(quanto mais de rotura...); vai-se mesmo mais além, ao ponto de, quando se considerar o efeito hiperestático da plasticidade, ser necessário garantir e provar que a fissuração no betão — que aliás em Fase II, se observa sempre na zona tendida — não toma valores excessivos e nocivos apesar de, como é óbvio, o aço se encontrar ainda em regímen elástico. Resumindo: um cálculo em relação à rotura, obriga as pecas, *através dos coeficientes de segurança e mediante as cargas de serviço* a trabalharem em regímen dito elástico, ou pelo menos tão elástico como aquele a que o cálculo clássico intentava em Fase II. Assim, uma vez que é mais justo, objectivo e conducente e *maior economia* e que por outro lado não exige por si melhores materiais nem maior trabalho de gabinete, será ilógico não empregar o referido processo de determinação da resistência das peças em relação à rotura.

Será justo esclarecermos que o nosso regulamento não é o único a não abordar o cálculo à rotura, pois que ainda existem muitos em iguais circunstâncias. No entanto, seguindo os passos dos russos, brasileiros e austríacos, já grande número de países normalizaram o cálculo em relação à Fase III. Assim, os regulamentos que, no consenso geral, são considerados como os mais modernos e actualizados, isto é, o russo (N e Tu 123/55) e o brasileiro (NB — 1/1960) são franca e manifestamente por este cálculo, a ponto do primeiro destes ter abandonado o cálculo clássico por completo e em todos os casos e o brasileiro, aliás como os outros, se limitarem a «tolerá-lo» na flexão simples e composta e a proibi-lo na compressão axial. No entanto, mais importante ainda que este ou aquele país terem abandonado o cálculo clássico, substituindo-o pelo cálculo à rotura, será o facto do C. E. B. (Comité Europeen du Beton) do qual Portugal é membro efectivo, ter *claramente recomendado*, para os esforços internos resistentes, o cálculo em relação à rotura.

Muitas vezes diz-se que se é mais económico o cálculo em relação à Fase III, as peças armadas segundo a Fase II tem maior reserva resistente; sem discutir ou perguntar da sensatez de semelhante critério de segurança (ou pseudo critério...) diremos que quem assim se expressa deve desconhecer que, por exemplo, o cálculo clássico, isto é em Fase II, pode exigir uma armadura «A» de tracção e outra «A» de compressão, sendo portanto a armadura total de «2 A»; para o mesmo caso, o calculo em relação à rotura, poderá exigir apenas uma armadura «A_1» que pode ser, inclusivé, maior que «A», mas sempre bem menor que «2 A», (veja-se exemplo n.º 2, no final deste artigo) e os ensaios experimentais mostram que a resistência da peça com «A_1» é francamente maior que a da peça com «2 A», e assim, apesar de menor consumo total de ferro, existe uma capacidade de resistência e portanto segurança, claramente maior, (veja-se «Cálculo à rotura de peças de b. a. sujeitas à flexão simples» — Ensaios — de eng. Joaquim C. Sampaio); é evidente que no tocante às peças com armadura simples, se o cálculo em relação à Fase III, é mais económico não há dúvida que o cálculo em Fase II leva a uma super abundância e por isso muitos, (desconhecendo talvez o significado das palavras: «cálculo à rotura»), acham preferível o clássico, baseando-se e justificando-se à boca pequena, em que as obras, muitas vezes, não são assistidas convenientemente e que muitos construtores revelam profunda falta de competência e de brio profissional. Pergunta-se: será isto critério de segurança racional que possa ser defendido com desassombro e sem envergonhar ninguém? Ou não será antes uma escravização do técnico e da técnica que pretende avançar e evoluir, à tal possível falta de competência? Se quisermos melhorar o nível de construção e dos profissionais envolvidos nesta actividade, certamente a maneira mais lógica, justa e «moral» de o conseguir, não será entravando a evolução da técnica.

* * *

Não esqueçamos que o cálculo em relação à rotura é também uma maneira de tornear, o mor das vezes despropositado e assim caduco, conceito da constância da relação «m» entre os módulos de elasticidade do aço e do betão. Como se sabe, o cálculo clássico, baseia-se no «m», na hipótese de Bernouilli e na lei de Hooke; ora, essa constância do «m» é falsa, visto o módulo de elasticidade do betão variar bastante, (sem ir para casos excepcionais, podemos cifrar essa variação do E_b entre 100.000 e 400.000 kg/cm^2). Tal variação verifica-se: primeiro, de betão para betão devido a diferenças de dosagem e compacidade, qualidade dos inertes, quantidade de água de amassadura (tão importante e tantas

vezes sujeita a desleixo), temperatura e humidade do meio ambiente, condições de amassamento e lançamento, humidade durante o endurecimento, etc.; segundo, no mesmo betão conforme o estado de tensão a que está sujeita cada secção; terceiro, ao longo da idade do betão. Assim serão incorrectos todos os processos que se basearem na falsa permissa da constância do «m». Aliás, nos regulamentos está implícita a variação do «E» com o estado de tensão: para o cálculo das secções, os regulamentos fixam $m = E_a/E_b = 15$, visto se admitir para o aço $E_a = 2.100.000$ kg/cm² e para o betão $E_b = 140.000$ kg/cm²; no entanto, na determinação das incógnitas hiperestáticas e das deformações, desde que seja necessário um conhecimento mais rigoroso do valor da secção e do momento de inércia, os regulamentos determinem geralmente $m = 10$, visto se admitir que $E_b = 210.000$ kg/cm²; ora, a razão deste proceder está em que, enquanto no cálculo das secções nos referimos às mais esforçadas e portanto com «E» menor, no cálculo das deformações da estrutura é lógico tentarmos referirmo-nos aos valores médios ao longo de cada peça; e como nestas, o esforço vai de zero a um máximo, e dado que quanto menor é o esforço maior é o «E, será de admitir em toda a estrutura o valor médio de $E_b = 210.000$ kg/cm². Assim, enquanto que para o aço a área de deformação elástica é função de $\sigma_a \varepsilon_a$, no betão, a área de deformação elástica será função de $K\sigma_b \varepsilon_b$.

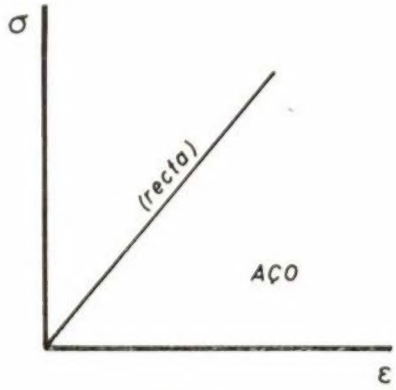


Fig. 1

No cálculo em relação à Fase III, feito como o nome o diz, em relação ao que se passa nesta fase — fase plástica —, não sendo necessário, aliás seria impossível, o emprego do «m» e da lei de Hook, tornea-se a aludida relação E_a/E_b, o

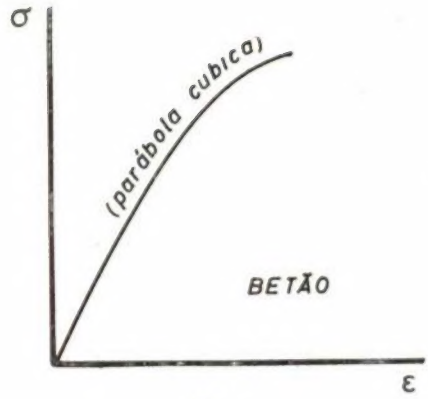


Fig. 2

que nos conduz a resultados muito mais «coincidentes» com os fornecidos através de ensaios laboratoriais, do que aqueles que seriam fornecidos pelo cálculo clássico.

* * *

Note-se, desde já, para que não se tomem à letra expressões como «exactidão» ou «falta de justeza», deste ou daquele processo, que só os menos versados nestes assuntos de «resistência e estabilidade aplicada», julgam ser soluções exactas, os cálculos que nos servem para defenir uma estrutura ou elementos da mesma: dum modo geral, em engenharia, os cálculos, sejam eles quais forem, apesar de poderem conduzir, a maioria das vezes, a uma «exactidão» suficiente no aspecto prático e objectivo, apenas são, na realidade, justificações das soluções apresendas e não a consumação duma analise físico-matemática perfeita; os métodos podem ser intrìnsecamente exactos, mas os resultados só o serão, se os dados do problema o forem também; e aqueles só poderão ser exactos se abarcarem todos e todos os parâmetros que neles poderão ter influência.

1.2 — O cálculo duma estrutura (dizemos «estrutura» e não «peça») tem sempre duas etapas: a primeira é determinação dos esforços *solicitantes* e a segunda, é a determinação dos esforços *resistentes* que deverão equilibrar aqueles; esta última etapa têm a maioria das vezes, sob o ponto de vista operacional, o aspecto de «determinação ou dimensionamento das secções». Ora, naturalmente, poderão existir duas espécies distintas de cálculo em relação à rotura, consoante se trata

de determinar os esforços solicitantes ou os esforços resistentes. O cálculo que nos propomos apresentar neste trabalho diz respeito precisamente a este *segundo* passo, ou seja, o consagrado e universalmente aceite, comprovado e empregue «cálculo das secções *resistentes* em relação à Fase III ou seja, em relação à rotura», que repetimos, substituiu o cálculo clássico com vantagens em toda a linha. O cálculo concernente à 1.ª etapa também poderá ser elástico, isto é clássico, ou em relação à rotura; neste caso será o denominado «cálculos dos esforços *solicitantes* em relação à rotura», ou «cálculo atendendo à capacidade de redistribuição de momentos», ou ainda «cálculo levando em conta o efeito hiperestático da plasticidade» — e é um ramo da ciência que, no betão armado, ao contrário do que acontece nas estruturas metálicas, está dando ainda os seus primeiros passos; contudo há já importantes e valiosas contribuições e assim alguns regulamentos (inglês, dinamarquês, russo e norueguês) abordam o assunto, muito embora o façam de maneira parcial, restrita e prudente. Aliás, as primeiras vezes, salvo erro, em que o efeito hiperestático da plasticidade no betão armado se debateu pùblicamente em reuniões internacionais, foram, em 1960 nas «Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia», em Lisboa, no «Simpósio de Cálculo de Estruturas no Regímen Plástico», no Rio de Janeiro e em 1961 na reunião do «Comitée Européen du Beton» que inclusivamente nomeou uma importante comissão presidida pelo inglês Prof. A. L. Baker e da qual faz parte o Prof. Correia de Araújo, para estudar, debater, impulsionar e regulamentar o momentoso e apaixonante assunto.

1.2.1 — Embora não esteja no âmbito deste artigo, achamos que é oportuno tentar dar uma ideia muito esquemática de que actualmente (*) é o cálculo dos esforços *solicitantes* em relação à rotura: Primeiramente — e isto é pràticamente obrigatório — determina-se pelos métodos «exactos» usuais e clássicos, isto é «elásticos», um diagrama de momentos, um «diagrama hiperestático elástico»; seguidamente, arbitra-se — frisamos: arbitra-se — a partir deste, por meio de ajustamentos possíveis e convenientes, um outro diagrama, um «diagrama hiperestático plástico». Convém notar que dissemos, por meio de ajustamentos convenientes. Ora, uma vez garantida a segurança, o objectivo é sempre a economia e assim os ajustamentos a fazer terão por finalidade reduzir os momentos, de preferência, onde eles forem maiores e mais «incómodos», como pode acontecer, por exemplo, sobre os apoios de uma viga contínua. Esta redução equivale a projectar a estrutura — *para uma carga de cálculo* — com uma capacidade resistente inferior nessas zonas; acontece então, que para tais cargas, se formam as chamadas «rótulas plásticas», isto é, zonas nas quais, a partir dum certo esforço actuante, a deformação processa-se sem que, pràticamente, o material ofereça resisténcia; consequentemente, como terá de haver equílibrio entre a acção e a reacção, o momento que se instalará — momento arbitrado ou momento de plastificação M_P — será o correspondente a esse limite de resistência, podendo assim dizer-se que a rótula plástica gira sob momento constante. Ora é necessário, que o número de rótulas plásticas formadas seja igual ou menor que o grau «n» da hiperestaticidade da estrutura, pois que, se se formarem $(n+1)$ rótulas plásticas, a estrutura passará a hipoestática e entrará em colapso; quer dizer, o diagrama arbitrado, deverá ter implícita a formação das «n» rótulas e que o colapso se atingirá com a formação da $(n+1)$ rótula e que, por isso, até esta ser formada, se deram sucessivamente «n» adaptações ou redistribuições de momentos; assim, o diagrama arbitrado, para ser possível, tem de traduzir a formação daquelas «n» rótulas pois que, se alguma delas não se chegar a formar, por ter rompido uma anterior, a diagrama arbitrado passa a ser impossível, aquelas redistribuições não se deram e o cálculo resultará errado. (Insista-se que estamos a raciocinar com cargas de cáclulo e não com cargas de serviço). Deste modo vemos que é necessário *garantir* que a capacidade de rotação de qualquer rótula seja maior que a rotação proveniente da actuação do momento ΔM que é a diferença entre o momento M_E, correspondente ao diagrama elástico real *que seria devido às cargas de cálculo*, e o momento M_P arbitrado pois que é ΔM o momento que, traduzindo o ajustamento já referido, provoca a rotação da rótula, isto é o angulo de descontinuidade que a aludida plastificação impoz. Se a capacidade de rotação fosse menor que a rotação provocada por ΔM, a rótula romperia e assim as outras que

(*) *Nota do A.*: O presente trabalho foi concluído em Abril de 1962.

se supunham virem a formar, nunca teriam essa ocasião, visto o sistema já ter rompido.

Repare-se, que o cálculo é feito, como aliás já dissemos *«em relação»* ao colapso e não «em» colapso, pois que, *sob as cargas de serviço*, em betão armado, é impossível tolerar a plastificação real em qualquer zona, condição que deverá ser claramente garantida pois que se não for, a armadura entrará em cedência e o betão sofrerá fendilhamento com aberturas bastante exageradas; assim o diagrama elástico (e consequente M_E), o diagramo plástico (e consequente M_P), a capacidade de rotação da rótula, a rotação da mesma (devida a $\Delta M = M_E - M_P$) reportando-se sempre às cargas de cálculo, referirse-ão *sempre* a cargas maiores que as cargas de serviço. Esta majoração é obtida através do respectivo coeficiente de segurança, por modo precisamente, a não haver plastificações, e isso consegue-se se o coeficiente de majoração «j» (1,40 é o valor adoptado pelo regulamento brasileiro e também um dos propostos pelo Comitée Européen du Beton) for maior que a relação entre a carga de colapso de estrutura (isto é, a carga que provoca a formação da «n + 1» rótula) e a carga correspondente à formação das «n» rótulas compatíveis e admitidas correspondentes ao diagrama arbitrado; assim, é exigência a pôr em primeiro lugar, a não existência de plastificação em qualquer ponto de estrutura; daqui resulta *uma* segurança contra a fissuração excessiva e nociva, que se obtém se os momentos flectores hiperestáticos arbitrados, portanto os que determinam o dimensionamento, não forem inferiores aos momentos flectores do cálculo clássico, *devidos às cargas de cálculo*, divididos pelo coeficiente de majoração «j», isto é: $\frac{M_E}{j} \leqslant M_P \leqslant M_E$..... (F 1)

Isto equivale, também, a dizer-se que a carga de serviço deverá ser menor que a carga que dá início à plastificação, isto é, à formação das rótulas plásticas concernentes ao diagrama arbitrado; quer dizer que aquelas só se formariam se a carga de serviço crescesse progressivamente até ao valor que provoca o colapso da estrutura; aliás o referido diagrama terá de ser compatível com o desenvolvimento a que se alude.

Mais ainda: deverá ser garantido, que sob acção das *cargas de serviço* e *portanto em «Fase II»*, a fissuração não ultrapasse determinado limite, dependente do fim e da localização da estrutura; será oportuno salientar que esta tendo sido dimensionada nas secções correspondentes às rótulas plásticas, para o momento M_P, estará sujeita sob as condições de serviço, não à solicitação $\frac{M_P}{j}$, mas sim à solicitação $\frac{M_E}{j}$. Isto equivale a ter o aço, não à tensão de cedência σ_e dividida pelo coeficiente «j», mas sim à tensão $\frac{\sigma_e}{j} \frac{M_E}{M_P}$, tensão que, sendo elástica, isto é, menor que σ_e (visto $\frac{M_E}{j\, M_P}$ ser menor que a unidade, como se deduz de F 1) pode ser grande de mais e provocar na zona tendida fissuras maiores que as toleráveis, (aproveitemos para repetir que a secção está em «Fase II»); consequentemente será necessário verificar se tal facto acontece e dimensionar por forma a que não suceda; (note-se que não nos referimos ao coeficiente de minoração de resistência mas apenas ao coeficiente «j» de majoração das cargas). Algo do que actualmente se ventila sobre os processos para determinar a fissuração em Fase II sob as cargas de serviço, a rotação e a capacidade de rotação das rótulas (função também de «comprimento de plastificação»), não são do âmbito deste trabalho que, possìvelmente até já vai, neste assunto, de certo modo extenso, apesar de o não termos dado ainda por concluído. Prossigamos: não por ser o menos importante, antes pelo contrário, deixamos para o fim sublinhar que o diagrama arbitrado e escolhido terá de ser compatível — para ser viável — com as condições gerais da estática; consequentemente, a envolvente dos momentos positivos e negativos do diagrama arbitrado, num tramo da estrutura entre duas rótulas plásticas consecutivas, deverá respeitar em valor absoluto o diagrama isostático; assim, por exemplo, se numa viga contínua, baixarmos os momentos negativos, os positivos terão de aumentar de acordo com o que acabamos de dizer.

Resumindo, diremos que o cálculo dos esforços solicitantes em relação à rotura se efectua baseando-nos num diagrama «plástico» arbitrado a partir do diagrama «elástico», desde que, a escolha daquele respeite as condições gerais da estática e que as rótulas plásticas e sua formação implícitas no diagrama adoptado, sejam pos-

síveis; quer isto dizer que para as cargas de serviço multiplicadas pelo coeficiente de majoração, as rótulas tenham uma capacidade de rotação maior que a rotação devida ao momento Δ M e que sob as cargas de serviço elas nunca se cheguem a formar, nem que, sob estas, e apesar da estrutura trabalhar em «Fase II» frize-se, a fissuração seja excessiva. (Como é óbvio o limite desta depende das condições e ambiente de trabalho daquela).

1.2.2 — Ora, a dificuldade deste processo de determinação dos esforços solicitantes, está precisamente na escolha e «implantação» das rótulas plásticas, quer sob o ponto de vista de compatibilidade de funcionamento e segurança, quer no objectivo económico que se pretende. As discussões, os debates, as incertezas, o âmago da questão andam à volta deste aspecto e também da própria determinação da capacidade de rotação e da rotação das rótulas. Numa viga contínua com tramos e cargas sensìvelmente iguais, e na qual como propõe o Prof. Lobo Carneiro, a altura útil é igual ou superior a 1/10 de vão e o momento não é superior a metade do «momento tecto» (momento de rotura a que corresponde um profundidade de linha neutra metade da altura útil), a aplicação do processo é de certo modo fácil e seguro; tal já não acontece em estruturas aporticadas de nós deslocáveis, onde a sua aplicação, por enquanto, se torna difícil e problemática. Assim, é que, a determinação dos esforços solicitantes em relação à rotura, está dando ainda os seus primeiros passos; no entanto, para as lages, devido certamente à grande capacidade de adaptação ou redistribuição de momentos, existem já processos de cálculo cuja aplicação prática em certos casos — lages rectangulares sujeitas a cargas uniformes — não oferece dúvidas; é o que acontece com o conhecido e operacionalmente tão fácil processo de Johanson, que no entanto tem a limitação (ou vantagem ...) de exigir o emprego de armaduras constantes em cada direcção. [Nós próprios temos utilizado um processo semi-empírico que consta a traços largos de seguinte: *Primeiro*, pelo chamado «2.º processo de Márcus», determina-se os momentos no centro para as cargas máximas supondo a lage simplesmente apoiada nos quatro lados. *Segundo*, determinam-se os possíveis momentos mínimos de encastramento sobre os lados do painel em questão (frize-se que o desenvolvimento destes momentos ao longo do apoio é de variação senoidal e portanto não constante); isto permite saber, aproximadamente, o mínimo momento de

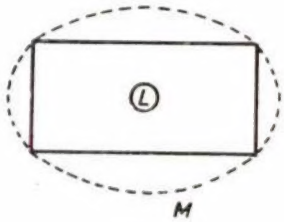


Fig. 3

encastramento «garantido» pelos cargas e ligações existentes. *Terceiro*, determina-se qual o momento de rotura correspondente à armadura que supomos vir a ser colocada sobre os apoios, devido apenas aos varões que se levantam da armadura inferior ou a esses com um ligeiro reforço. *Quarto*, consideramos a fracção deste momento obtida pela aplicação do coeficiente de majoração de cargas 1,40. *Quinto*, com o menor dos momentos determinados em «2.º» e «4.º» determina-se, através das tabelas de J. Hahn a redução a considerar sobre os valores determinados em «1.º». No aspecto económico, este processo leva vantagem apreciável sobre a simples consideração, conforme os casos, de painéis apoiados ou encastrados, e atenda-se ainda, para mais, que esta última característica muitas vezes não é convenientemente esclarecida ou garantida, o que reforça a nossa opinião, que sob o ponto de vista funcional, este processo também é preferível ao usual].

1.2.3. — Vimos então que o diagrama elástico pode ser alterado, através de escolha criteriosa, obtendo um diagrama mais conveniente. Agora constatemos: suponhamos que calculamos um pórtico admitindo determinados factores de rigidez e que as cargas actuam simultâneamente; o pórtico constrói-se e aquelas rigidezes, por razões óbvias, não são as reais e as cargas não actuam daquele modo e no entanto, o funcionamento e segurança do pórtico satisfazem plenamente; assim, o diagrama elástico real não corresponde ao diagrama elástico calculado, mas, à luz do que se disse atrás, é um diagrama que pode ser considerado como um dos possíveis arbitrados a partir do diagrama real; é por estes e por outros factos que

muitas das vezes, certos rigorismos de cálculo atingem (como diz o Prof. Lobo Carneiro) as raias do ridículo ou da ingenuidade, que no entanto achamos preferível, apesar de tudo, a cair no caso diametralmente oposto do emprego indiscriminado e tantas vezes surpreendentemente inconsciente, salvo raras excepções, do «pseudo processo» «viga com pl^2 a dividir por uma quantidade ao «critério» (...) de cada um», que muitas vezes nem sequer respeita as condições da estática e admite encastramentos impossíveis de realizar.

1.2.4 — Note-se que a evolução de cálculo clássico para o cálculo em relação à rotura seja na determinação dos esforços solicitantes seja na determinação dos esforços resistentes, é acompanhada pela evolução da «filosofia» do critério de segurança; primeiramente a segurança era definida através das tensões admissíveis de modo que as tensões de trabalho fossem menores que uma fracção da tensão de rotura determinada em ensaios de compressão (ou de tracção) simples sobre provetes tipo; actualmente o conceito de segurança tende a relacionar, através de vários coeficientes, as solicitações actuantes ou de serviço, numa estrutura, com aquelas que provocam a sua inutilização para o fim em vista, seja por ruína pròpriamente dita ou por fissuração ou deformação excessiva.

1.2.5 Acabamos assim de dar uma sucinta panorâmica do estado actual e do que é o cálculo dos esforços solicitantes em relação a rotura.

NOTAÇÃO

a = (1.500 g/100)
b = largura da viga
c = distância do c. g. da armadura comprimida ao bordo exterior, comprimido da secção
d = (M/bh^2)
f = factor de homogeneidade
g = z/h: valor unitário do comprimento do braço da alavanca do binário interno (notação para a Fase III)
h = altura útil de secção da viga
h' = distância entre os centros de gravidade das armaduras de tracção e compressão
j = coeficiente de majoração de cargas
k = constante
m = relação entre os modulos de elasticidade do aço e do betão comprimido
n = coeficiente global de segurança
p = carga
q = carga
r = $1/d^2$
s = x/h: valor unitário da profundidade da linha neutra
u = carga
u_t = perímetro total dos varões da armadura
v = coeficiente de variação
x = profundidade da linha neutra referido ao diagrama de cálculo
x' = profundidade da linha neutra referido ao diagrama teórico
z = comprimento do braço da alavanca do binário interno
c. g. = centro de gravidade
l. n. = linha neutra
A_a = Armadura de tracção
A'_a = Armadura de compressão
C = resultante das compressões
E_a = módulo de elasticidade do aço
E_b = módulo de elasticidade do betão comprimido
E'_b = módulo de elasticidade do betão fictício tendido da secção homogeneizada
H = altura total da viga
K = constante
M = Momento solicitante devido às cargas de serviço
M_B = momento de rotura para uma viga não armada
M_E = momento devido às cargas de cálculo, determinado admitindo o funcionamento elástico da estrutura
M_P = momento de plastificação arbitrado
M_R = momento de rotura
S_a = secção da armadura de tracção
S_{a2} = secção da armadura de compressão
S'_a = secção da armadura de compressão
S_b = secção de betão
S'_b = secção de betão fictício traccionado (cálculo clássico)
T = resultante das tracções
ξ = x/h: profundidade unitária da linha neutra (notação do cálculo clássico)
ε_a = alongamento unitário da armadura em regímen elástico
ε_e = alongamento unitário da armadura no início da cedência

ε_t = alongamento unitário total da armadura no início de cedência convencional (aços torcidos)

ε_b = encurtamento convencional do betão, por ocasião da rotura (diagrama de cálculo)

ε_R = encurtamento «real» do betão, por ocasião da rotura (diagrama teórico)

λ = S_a/bh: percentagem da armadura

$\mathfrak{p}$ = A'_a/A_a

ϕ = diâmetro dos varões da armadura

σ_a = tensão na armadura em fase elástica

σ_F = » » » » » »

$\overline{\sigma_a}$ = tensão fictícia de cedência do aço (cálculo à rotura)

σ_b = tensão no betão em fase elástica

σ_b' = tensão no betão fictício tendido (cálculo clássico)

$\overline{\sigma_b}$ = tensão fictícia da rotura do betão (cálculo à rotura)

σ_e = tensão de cedência do aço

σ_h = tensão no aço torcido correspondente ao encurtamento unitário total de 2 mm/m

σ_R = tensão de rotura do betão para cálculo das secções (resistência mínima característica)

σ_{cil} = tensão de rotura de provetes cilindricos

σ_{cub} = » » » » » cúbicos

σ_{pr} = » » » » » prismáticos

2 — CÁLCULO CLÁSSICO DOS ESFORÇOS RESISTENTES

Depois das considerações anteriores e antes de entrarmos no assunto básico deste trabalho — «cálculo dos esforços *resistentes* em relação à rotura»

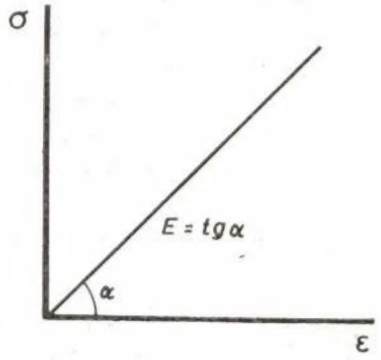


Fig. 4

— iremos, de modo sucinto fazer um resumo do cálculo clássico, visto acharmos conveniente, para uma melhor compreensão daquele.

2.0.1 — *Lei de Hooke:* «Em regímen elástico, as tensões «σ» são directamente proporcionais às deformações unitárias «ε» e a constante de proporcionalidade é o módulo de elasticidade E, do material»

$$\sigma = E\varepsilon \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (F\,2)$$

2.0.2 — *Hipótese de Bernouilli:* «Numa peça em flexão simples, as secções que eram planas antes da deformação permanecem planas depois desta» e deste modo as deformações são directamente proporcionais à distância à fibra neutra, do elemento de secção considerado.

Sejam duas secções infinitamente próximas, uma «I» fixa, outra «II» que roda $d\alpha_1$ em torno do eixo, chamado linha neutra L.N; seja um ponto P à cota y, referida à linha neutra; seja dx a distância entre as secções «I» e «II» antes

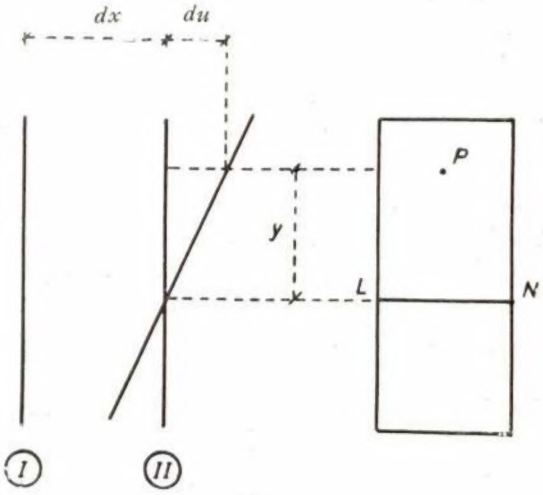


Fig. 5

da rotação desta última; depois da rotação, a distância entre as secções referindo-a ao ponto P, será $dx' = dx + du$, isto é, a deformação unitária será

$$\varepsilon = \frac{du}{dx}$$

mas $d\alpha_1 = \dfrac{du}{y}$ e assim $du = \varepsilon\, dx = y\, d\,\alpha_1 = du$

logo $$\varepsilon = y\,\frac{d\alpha_1}{dx} = y\alpha \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (F\,3)$$

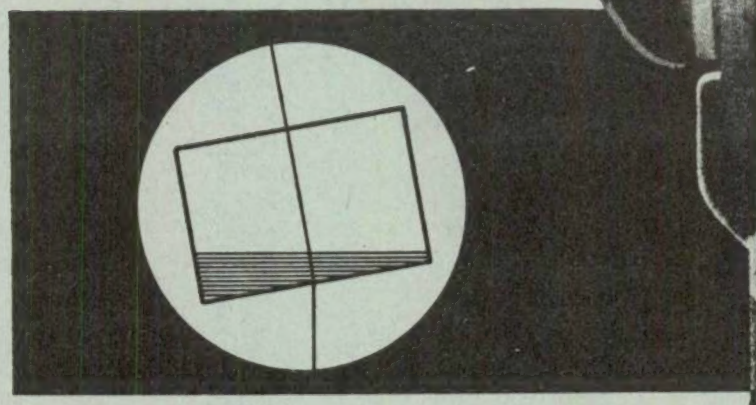
isto é, sendo α constante visto a secção se manter plana, a deformação unitária «ε» é proporcional á distância «y», do elemento de secção considerado, à linha neutra.

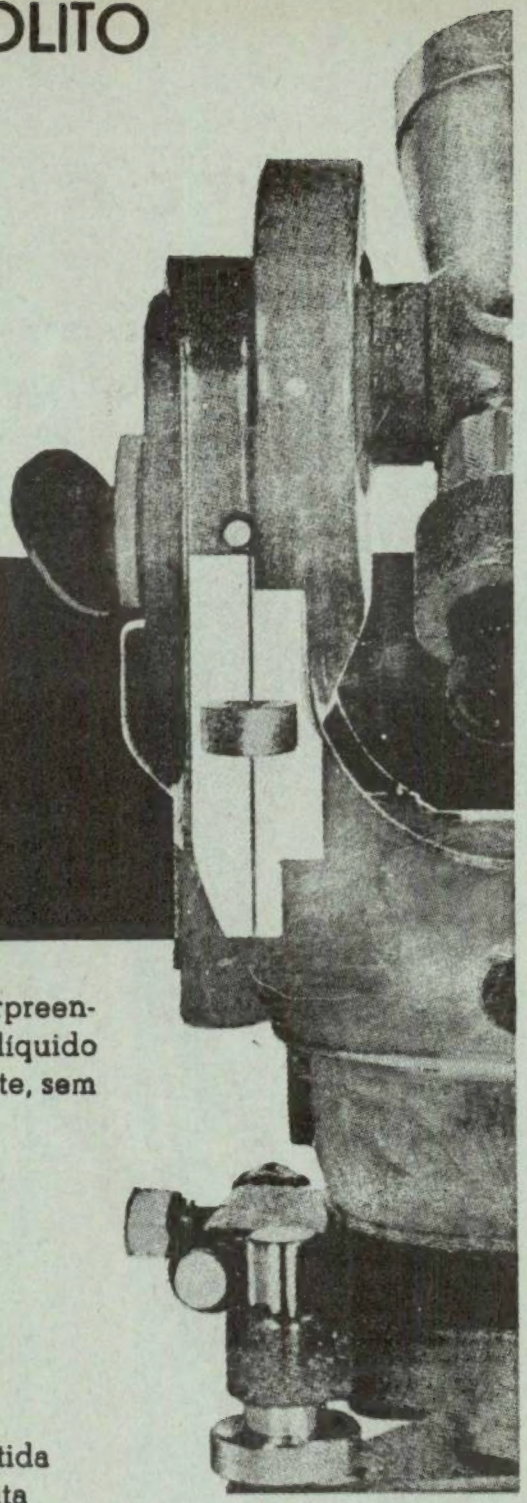
O NOVO TEODOLITO

Wild T 1-A

com calagem zenital automática

O teodolito com os aperfeiçoamentos mais modernos, permitindo medições mais fáceis, rápidas e mais exactas





Automatismo duma concepção surpreendentemente simples: Prisma com líquido sem partes mecânicas, sem desgaste, sem desarranjos, sem reparações.

Detalhes no prospecto Th 154

WILD
HEERBRUGG

Modelo T 1-A C/imagem invertida
Modelo T 1-A E C/imagem direita

Solicitem catálogo ou demonstração ao representante exclusivo:

WILD PORTUGAL, L.DA

LISBOA — PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6 — Tel. 68 11 27

AÇO TOR

O AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO COM
MAIOR VENDA NO MUNDO

TENSÃO DE SEGURANÇA 2 400 Kg/cm²

SEM GANCHOS

Especifique
AÇO TOR
com o símbolo

SOABAL – SOCIEDADE DE AÇOS PARA BETÃO ARMADO, LDA.
RUA JOAQUIM BONIFÁCIO, 2, 1.º — TELEF. 4 05 66 — LISBOA

2.0.3 — *Hipótese de Bernouilli-Navier:* consequência da lei de Hooke e da hipótese de Bernouilli: «as tensões são directamente proporcionais à distância à fibra neutra do elemento de secção considerado».

Se $\sigma = E\varepsilon$

e $\varepsilon = y\alpha$

será $\sigma = E\alpha y = ky$ . . . . (F 4)

2.0.4 — *Lei de Homogenização:* Chamemos $m = \frac{E_a}{E_b}$, sendo E_a o módulo de elasticidade do aço e E_b o módulo da elasticidade de betão *comprimido.* A tensão na armadura será $\sigma_a = \varepsilon_a E_a$ e a força que a tracciona será $T = \sigma_a S_a$, sendo S_a a secção de aço. Se, *permanecendo o equilíbrio,* substituirmos a armadura por um betão fictício que trabalhasse à tracção e que tivesse um módulo de elasticidade E'_b na tracção igual ao que se admite para a compressão, teríamos também $m = E_a / E'_b$ e a área desse betão fictício resistente à tracção estaria sujeita a uma tensão de tracção σ'_b e a força que o traccionava teria de ser óbviamente (o estado de equilíbrio é o mesmo) aquela mesma força T, que assim seria também igual a $(\sigma'_b S'_b)$

$$T = \sigma_a S_a \quad . . . . . (F\ 5)$$

$$T = \sigma'_b S'_b \quad . . . . . (F\ 5')$$

Admitindo a hipótese de Navier e como $E_b = E'_b$, o diagrama das tensões será rectilínio e com inclinação constante (o «E» é sempre o mesmo) e, atendendo à hipótese de Bernouilli, o alongamento unitário ε_a do aço e o alongamento unitário ε'_b do betão fictício traccionado será o mesmo e então, ao escrevermos a relação entre σ_a e σ'_b, podemos escrever, atendendo entretanto à lei de Hooke

$$\frac{\sigma_a}{\sigma'_b} = \frac{E_a\,\varepsilon_a}{E'_b\,\varepsilon'_b} = \frac{E_a}{E'_b} = \frac{E_a}{E_b} = m \qquad \sigma'_b = \frac{\sigma_a}{m}$$

e então se

$$\begin{cases} T = \sigma_a S_a \\ T = \sigma'_b S'_b \end{cases}$$

isto é

$$\sigma_a S_a = \sigma'_b S'_b \quad \text{ou} \quad S'_b = S_a \frac{\sigma_a}{\sigma'_b}$$

será

$$S'_b = m\, S_a \ldots\ldots\ldots\ldots (F\ 6)$$

Resumindo: «para o cálculo das peças de betão armado podemos considerá-las como se a armadura fosse substituída por um betão fictício resistente à tracção, com módulo de elasticidade constante na tracção (igual ao admitido para a compressão), e de área igual a «m» vezes a área de aço». A secção total resistente será então a área do betão *comprimido* mais «m» vezes a área de aço e esta secção tem o nome de secção homogenizada.

2.0.5 — *Fases ou Estádios:* Ao submetermos uma viga qualquer à acção de cargas gradativamente crescentes verificaremos que o trabalho do betão, ou melhor, do complexo betão armadura, evolue de tal modo que podemos agrupar as diferentes e sucessivas etapas em quatro fases ou estádios distintos.

Primeiramente teremos, enquanto o esforço é pequeno, a chamada fase ou estádio «I». Nesta fase, a secção resistente da peça é constituída pela secção total de betão mais a área de aço; o betão comprimido e o betão tendido trabalham em regímen elástico e o módulo de elasticidade, pràticamente igual para ambos, é constante; a linha neutra passa pelo centro de gravidade da secção homogenizada (área *total* de betão mais a área do betão fictício correspondente à armadura) e está situada abaixo do meio da altura da secção; são inteiramente válidas as leis de Hooke, hipóteses de Bernouilli e de Bernouilli-Navier e o diagrama das tensões será assim de variação linear (bitriangular) e a peça não apresentará qualquer fissura visto estar toda em regímen elástico. O dimensionamento nesta fase é anti-económico e não se usa.

Fig. 6

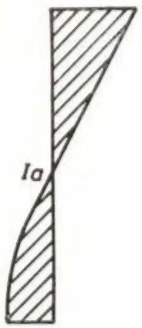


Fig. 7

Aumentando a carga, a capacidade de resposta elástica do betão tendido vai-se esgotando entrando este em regímen plástico (portanto,

nesta zona, sem possibilidade de aplicação da lei de Hooke), permanecendo no entanto em regime elástico a zona comprimida e o aço da armadura. Será a fase «Iª» e nela ainda não se registará o aparecimento de fissuras; a linha neutra sòbe e o módulo de elasticidade deixará de ser igual para ambas as zonas, sendo as deformações maiores que as que se verificariam se o módulo de elasticidade fosse constante; o diagrama das tensões será do tipo indicado na fig. 7. O dimensionamento nesta fase apenas se utiliza, nos especiais casos em que se pretende por completo garantir a não fissuração.

Continuando a aumentar a carga, a resistência do betão à tracção esgota-se entrando este em rotura progressiva na zona traccionada com o aparecimento de fendas, com a abertura maior na face tendida, cuja altura, ou seja, a aproximação à linha neutra, vai progredindo com o aumento da carga; os esforços de tracção vão sendo transferidos do betão para o aço e sem erro de maior, podemos admitir que são por este totalmente absorvidos, o que não quer dizer que não haja betão a resistir à tracção, principalmente junto à linha neutra; nesta fase, a chamada fase ou estádio II, a linha neutra vai sempre subindo com o aumento de carga, permanecendo em regime elástico o betão da zona comprimida; deste modo a secção resistente será constituída pela área do betão comprimido mais a área de aço e o diagrama das tensões será do tipo:

Fig. 8

isto é, um diagrama triangular na zona comprimida que desaparece na zona tendida (visto se admitir que o betão já não trabalha à tracção) para reaparecer em frente da armadura, se bem que, em boa verdade, como se induz no que já se disse atrás seja como se indica na fig. 9, visto que, variando o E com a tensão e sendo válida a hipótese de Bernouilli o diagrama nunca poder ser de variação linear. Este estádio é muito importante pois que as peças usuais, *sejam calculadas em relação à rotura ou pelo processo clássico,* são dimensionadas por modo a que, nas secções mais esforçadas, trabalhem sempre nesta fase.

Fig. 9

Continuando a aumentar as cargas, a linha neutra sobe bastante e a resistência elástica do betão comprimido acaba por se esgotar entrando este em regimen plástico até que se atinge a rotura final; é o estádio III e assim, no cálculo em relação a esta fase, não terá cabimento, por impossibilidade, a aplicação da lei de Hooke nem a lei de homogenização e assim não haverá necessidade, nem possibilidade, do emprego do «m».

2.1 Ora o cálculo clássico é tal que:

1.º Situa-se no estádio II.

2.º Baseia-se num módulo de elasticidade médio, módulo de elasticidade constante do betão comprimido.

3.º Baseia-se na hipótese de Bernouilli.

4.º Como consequência e de acordo com a 1.ª, 2.ª e 6.ª pode basear-se e baseia-se na lei de Hooke.

5.º Como consequência das anteriores, baseia-se na hipótese de Navier e o diagrama de tensões que se adopta, é como já se disse:

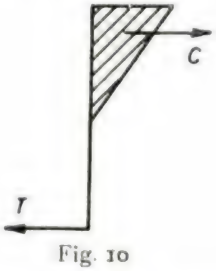


Fig. 10

6.º Concomitantemente às anteriores baseia-se na lei de homogenização.

Está feito assim um sumário simples das bases do cálculo clássico. Vejamos agora como ele

se processa. (Repita-se que estamos tratando de flexão simples em peças simplesmente armadas).

2.2 — Processa-se através do teorema dos momentos estáticos e da análise do binário elástico.

a) o teorema dos momentos estáticos, traduz a propriedade de linha neutra conter o centro de gravidade da secção homogenizada, sendo portanto nulo o somatório dos momentos estáticos da área comprimida e da área homogeneizada tendida em relação à linha neutra.

b) o binário elástico é o momento resistente, isto é, o momento que equilibra o momento solicitante e é igual ao produto da resultante das compressões ou tracções pela distância « z » entre estas duas.

Pelo teorema dos momentos estáticos, determinamos a posição da linha neutra e portanto a profundidade « x » da zona comprimida; conhecida « x » e uma vez que o diagrama das compressões é triangular, é imediato o valor do comprimento « z » do braço de alavanca do binário elástico:

$$z = h \quad \frac{x}{3} \; ;$$

conhecido este e o momento resistente, por ser igual ao momento solicitante, saberemos também imediatamente qual o valor das resultantes das compressões ou das tracções

$$M = C\,z \quad \text{ou} \quad M = T\,z \; ;$$

conhecidos C e T e sabida qual é a área tendida « S_a », ou melhor, a área que responde pelos esforços de tracção, e a área comprimida (bx) saberemos qual é a tensão de tracção no aço e de compressão no betão.

2.2.1 Aplicando o teorema dos momentos estáticos à secção homogeneizada temos:

$$bx\,\frac{x}{2} = (m\,S_a)\,(h - x) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (F\ 7)$$

$$\frac{b\,x^2}{2} + m\,S_a\,x - m\,S_a\,h = 0$$

$$x = \frac{m\,S_a}{b}\left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2\,bh}{m\,S_a}}\right] \quad . \; . \; . \; . \quad (F\ 8)$$

introduzindo o valor da percentagem de armadura

$$\lambda = \frac{S_a}{bh} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (F\ 9)$$

teremos

$$x = h\,m\,\lambda\left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{m\,\lambda}}\right] \quad . \; . \; . \; . \quad (F\ 10)$$

entretanto podemos considerar o valor «s», ao qual chamaremos «valor unitário da profundidade da linha neutra».

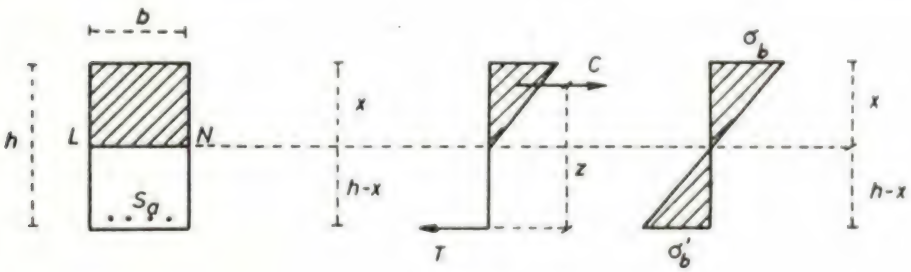
$$s = \frac{x}{h} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (F\ 11)$$

e então será

$$s = m\,\lambda\left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{m\,\lambda}}\right] \quad . \; . \; . \quad (F\ 12)$$

quer dizer, a posição relativa da linha neutra, a profundidade relativa da zona comprimida, pode ser determinada exclusivamente à custa das características geométricas da secção «b, h, S_a» visto ser $\lambda = \frac{S_a}{bh}$ (não esqueçamos que «m» é fixo no cálculo clássico).

2.2.2 Apliquemos agora à secção homogeneizada a hipótese de Navier:



$$\sigma_b \longrightarrow x$$

$$\sigma_b \longrightarrow (h - x)$$

$$\therefore\ x = \frac{\sigma_b}{\sigma'_b}\,(h - x)$$

$$\text{com } \sigma_b' = \frac{\sigma_a}{m}$$

Fig. 11

$$\therefore x = \frac{\sigma_b\,(h-x)\,m}{\sigma_a} = \frac{m\,h\,\sigma_b - mx\,\sigma_b}{\sigma_a}$$

$$x + \frac{m\,x\,\sigma_b}{\sigma_a} = \frac{m\,h\,\sigma_b}{\sigma_a}$$

$$x\left(1+\frac{m\,\sigma_b}{\sigma_a}\right) = h\,\frac{m\,\sigma_b}{\sigma_a}$$

$$x = \frac{h\,m\,\sigma_b}{\sigma_a\left(1+\frac{m\,\sigma_b}{\sigma_a}\right)} = h\,\frac{m\,\sigma_b}{m\,\sigma_b+\sigma_a} \quad . \; . \; (F\,13)$$

considerando o valor unitário da profundidade da linha neutra, $s = \frac{x}{h}$, será:

$$s = \frac{m\,\sigma_b}{m\,\sigma_b + \sigma_a} \quad . \; . \; . \; . \; (F\,14)$$

quer dizer, a posição da linha neutra, a profundidade da zona comprimida, pode ser determinada exclusivamente à custa do par de tensões (compressão e tracção) instaladas na secção ou melhor: para um dado estado de tensão (σ_b/σ_a) na secção, existirá um certo valor «s» e assim, se por um lado, como se viu em (F 12), a um valor «s» corresponde um valor «λ», quer dizer que a um par de tensões corresponde um valor «λ» que em face duma secção «b, h» corresponde a uma armadura «S_a».

2.2.3 — O binário elástico traduz que

$$M = Cz = Tz \text{ com } \begin{cases} C = bx\,\sigma_b\,\frac{1}{2} \; . \; . \; . \; . \; (F\,15) \\ T = S_a\,\sigma_a \; . \; . \; . \; . \; . \; (F\,16) \end{cases}$$

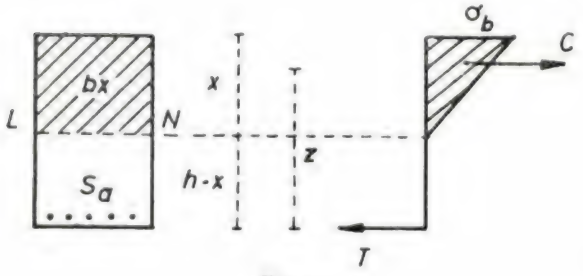


Fig. 12

$$\begin{cases} M = \frac{bx\,z}{2}\,\sigma_b = \sigma_b\,\frac{bx}{2}\left(h-\frac{x}{3}\right) \; . \; . \; . \; (F\,17) \\ M = S_a\,z\sigma_a = \sigma_a\,S_a\left(h-\frac{x}{3}\right) \; . \; . \; . \; (F\,18) \end{cases}$$

$$\begin{cases} (F\,19) \quad \sigma_b = \frac{2\,M}{b\,x\,z} \\ (F\,20) \quad \sigma_a = \frac{M}{S_a\,z} \end{cases}$$

isto é, conhecida a profundidade da linha neutra, (e consequentemente o comprimento do braço «z»), a secção «b, h, S_a» e o momento solicitante, conhecemos quais as tensões máximas, de compressão no betão e de tracção no aço.

Chamemos «ε» ao «valor unitário do comprimento do braço da alavanca do binário elástico».

$$\varepsilon = \frac{z}{h} \qquad z = \varepsilon\,h \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (F\,21)$$

assim (F 19) e (F 20) escrever-se-ão

$$\begin{cases} (F\,22) \quad \sigma_b = \frac{2\,M}{b\,x\,h\,\varepsilon} \\ (F\,23) \quad \sigma_a = \frac{M}{S_a\,\varepsilon\,h} \; . \; . \; . \; S_a = \frac{M}{\sigma_a\,\varepsilon\,h} \qquad (F\,24) \end{cases}$$

introduzindo $x = sh$ em (F 22) e $\lambda = \frac{S_a}{b\,h}$ em F 23:

$$\begin{cases} \sigma_b = \frac{2\,M}{b\,s\,\varepsilon\,h^2} \; . \; . \; . \quad \delta = \frac{M}{b\,h^2} = \frac{s\,\varepsilon\,\sigma_b}{2} \quad (F\,25) \\ \sigma_a = \frac{M}{\lambda\,\varepsilon\,b\,h^2} \; . \; . \; . \quad \delta = \frac{M}{b\,h^2} = \lambda\,\varepsilon\,\sigma_a \quad (F\,26) \end{cases}$$

quer dizer que temos um valor «δ» que é simultâneo ou concomitante com «λ», «ε» e «s»; assim, (com um «m» constante) para um dado momento M, uma secção «b, h, S_a», à qual corresponde um «λ», terá um par «σ_b, σ_a»; para um par «σ_b, σ_a» existirá um dado «s» ao qual por sua vez corresponde um «λ», isto é:

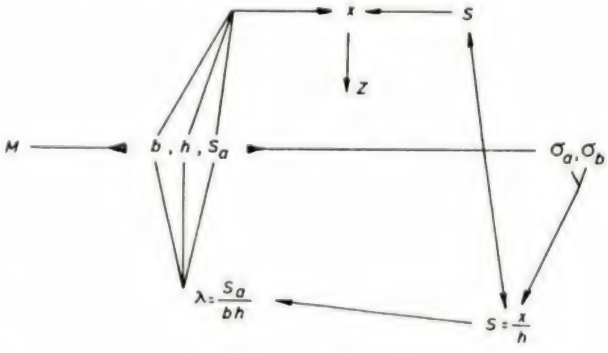


Fig. 13

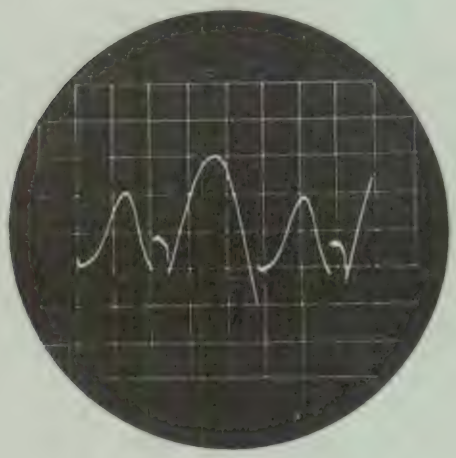
NOVO

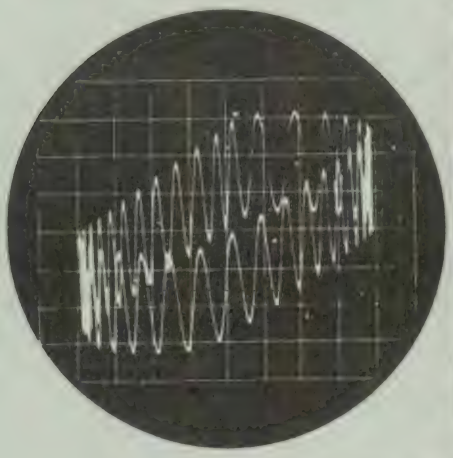
osciloscópio

Philips

tipo GM 5605

para medidas x - y e aplicações normais





na gama ..... 0-200 Kc/s.

tubò de raios catódicos com diâmetro de 7 cm. (3") de curta, média ou longa persistência, à escolha

amplificadores x e y idênticos; diferença de fase inferior a 3°. Precisão 3%

sensibilidade vertical: 10 mV por cada divisão da escala (6 mm.)

sensibilidade horizontal: 30 mV por cada divisão da escala; amplificação até 3X

velocidades de varrimento ajustáveis em 12 degraus desde 20 μs/divisão até 100 ms/divisão

disparo ("triggering") estável em toda a largura da banda

possibilidade de ligação a todas as tensões de rede normais

pequenas dimensões: 250 x 160 x 340 mm.

PHILIPS

PHILIPS

instrumentos electrônicos de medição

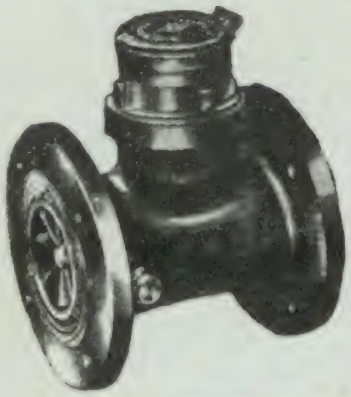
Vendas e assistência técnica em todo o Mundo

Philips Portuguesa S.A.R.L., Rua Joaquim Antonio d'Aguiar 66. LISBOA

Philips. Dept°. EMA. EINDHOVEN. Holanda

CONTADORES PARA LÍQUIDOS

Sistema "Woltman"



LG

LANGE

De:

50 m/m

a

300 m/m

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

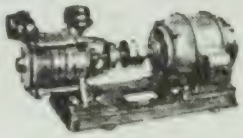
HIDREL

Técnica de Hidráulica e de Electricidade, Ld.ª

47-A RUA DO ALECRIM 47-B

LISBOA

BOMBAS



Se tem um problema de bombas, consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boavista, 63

LISBOA

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

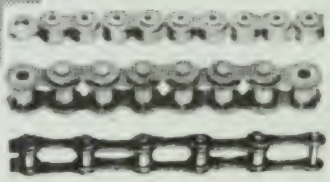
MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA

LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649

PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 - TEL 21277

REGINA REX



CORRENTES
DE TRANSMISSÃO
PARA
INDÚSTRIA, AGRICULTURA, ETC.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

AUTO-LUSITANIA
ALFREDO DUARTE, LDA.

AVENIDA DA LIBERDADE, 73-79
LISBOA

2.2.4 — Assim, fixo um certo grupo de valores do «circuito» os outros são simultâneos e portanto de determinação imediata e é nisto que se baseiam todas as tabelas de cálculo clássico; vejamos por exemplo o cálculo das armaduras pelas tabelas de Vasco Costa: temos geralmente como conhecidos «b» «h», «M» e «R_a»; mas «b», «h» e «M» correspondem a um número «δ» que para um dado R_a, visto ser $\delta = \varepsilon \lambda R_a$, corresponde a um R'_b, visto ser $\delta = \delta$ e $\delta = \frac{R'_b \varepsilon s}{2}$, e que assim é *simultâneo* com determinados valores «s», «ε» e «λ»; conhecido «λ», «b» e «h», o conhecimento da armadura é imediato.

Vimos assim, em estilo sumário, o que é o cálculo clássico nas peças rectangulares sujeitas a flexão simples.

(Continua no próximo número)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO. Nesta, logo de início e de modo implícito, faz-se a justificação do aparecimento do presente trabalho. Visão sumária e panorâmica do estado actual do cálculo dos esforços *solicitantes* em relação à rotura (rótula plástica, diagrama hiperestático plástico, adaptações, etc.). — NOTAÇÃO. CÁLCULO CLÁSSICO DOS ESFORÇOS RESISTENTES: Apresentação das suas bases (lei de Hooke, hipótese de Bernouilli, hipótese de Navier, lei da Homogenização, Fases ou Estádios) e do modo como se processa (teorema dos momentos estáticos e análise do binário elástico), com alusão às tabelas.

SUMÁRIO DA II PARTE

(A publicar no próximo número)

CÁLCULO DOS ESFORÇOS RESISTENTES EM RELAÇÃO À ROTURA, isto é, em linguagem mais «prática», «determinação da armadura e verificação das secções em relação à rotura» (Apoia-se muito de perto no processo decorrente da NB-1 e nas últimas recomendações do C.E.B.). Em que consiste; definições. Suas bases; considerações, apreciações e deduções sobre diagrama de tensões, tensão de rotura σ_R, tensão de cedência σ_e, factores do coeficiente de segurança e coeficiente global de segurança, resistência do betão à tracção, hipótese de Bernouilli, encurtamento convencional do betão. Diferença e fronteira entre peças sub e super-armadas; posição da linha neutra. Momento de rotura em peças sub-armadas; considerações e paralela dedução das tabelas. Armadura de compressão; algumas observações. Verificação das secções sub-armadas e super-armadas; considerações, apreciações e deduções. Armadura miníma. TABELAS; algumas observações. Alguns EXEMPLOS de aplicação com comparações a propósito. BIBLIOGRAFIA.

PROBLEMA DE EXTREMOS

Além de gralhas que o leitor fàcilmente saberá superar, há duas passagns que merecem correcção:

Lema 11 Este lema foi demonstrado para a hipótese de ser $r_i \alpha_o + s_i$ um número par, aliás única que interessa estudar.
Porém tal condição não foi expressamente indicada na texto e por isso aqui se anota e chama a atenção do leitor.

Teorema 11 A forma como foi enunciado presta-se a confusões. Repete-se a passagem do enunciado já aclarada.
«Então para que a desigualdade (32) seja satisfeita é necessário, mas não suficiente, que que se verifiquem, para os termos com r e ou s ímpares, ou r e s pares mas $m_{r,s} \leqslant 0$, as condições abaixo indicadas . . . »

Desejo aqui agradecer ao Senhor Doutor Eng. Dias Agudo o ter chamado a minha atenção para estes dois pontos e a quem fico a dever a oportunidade de os corrigir e aclarar.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 °/₀ dos totais do País.*

I — Breve nota mensal

No aspecto hidrológico, o mês de Agosto apresentou-se, no conjunto, bastante abaixo da média.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1962	1963	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	280,8	299,1	+ 7
Produção térmica (P_t)	21,3	29,4	+ 38
Produção total (P_T)	302,1	328,5	+ 9
Exportações (Ex)	0,0	14,1	—
Importações (I)	0,6	0,0	— 100
Produção para consumos não perman. (P_{cnp})	60,2	49,2	— 18
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	242,5	265,2	+ 9,4 (2)
Coeficiente de hidraulicidade	0,97	0,77	—

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

	1962	1963	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	2410,6	2656,8	+ 10
Produção térmica (P_t)	29,5	66,7	+126
Produção total (P_T)	2440,1	2723,5	+ 12
Exportações (Ex)	0,0	46,9	—
Importações (I)	0,6	0,1	— 83
Produção para consumo não perman. (P_{cnp})	516,5	549,1	+ 6
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	1924,2	2127,6	+10,6 (2)
Coeficiente de hidraulicidade	1,12	1,42	—

NOTAS:

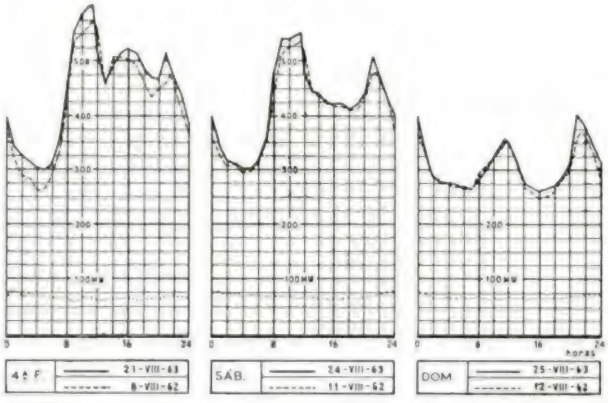
(1) A produção para consumos permanentes (P_{cp}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T - P_{cnp} + I - E_X$

(2) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 8,6 °/₀ e 10,1 °/₀.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1962	4.ª feira: 1963
Produção hidráulica		(P_h) MWh	9382	10952
Produção térmica		(P_t) MWh	1020	0
Produção total		(P_T) MWh	10402	10952
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	0	0
TOTAL		$P_T + (I-E_X)$ MWh	10402	10952
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	8805	9485
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	1597	1467
Características dos diagramas	$P_T + (I-E_X)$	Potência máx. MW	576,5	602
		Potência mín. MW	261,5	298
		Utiliz. da ponta horas	18,0	18,2
		Factor de carga	0,75	0,76
	P_{cp}	Potência máx. MW	506	542
		Potência mín. MW	204	272
		Utiliz. da ponta horas	17,4	17,5
		Factor de carga	0,73	0,73

AGOSTO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês: GWh	No fim do mês: °/₀ (1)
Paradela	84,0	37,8
Venda Nova	44,6	34,8
Salamonde	23,1	83,7
Caniçada	19,6	59,2
Cabril :	213,6	63,0
Castelo do Bode	71,5	43,9
Guilhofrei	6,6	79,6
Lagoa Comprida	21,3 (2)	62,6
Santa Luzia	43,1	70,0
Pracana	4,5	34,9
Póvoa	11,1 (3)	83,7
Total . . .	543,0	52,1

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 3,3 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 2,9 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 2,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 2,4 GWh no fim do mês.

Os ensaios de abrasivos: fonte de economias

+GF+

Os abrasivos metálicos de todos os generos abundam no mercado. Uma prova objectiva destes custosos produtos impõese para estabelecer se eles correspondem ao fim visado.

Prospectos detalhados da nova instalação +GF+ de ensaio de abrasivos será enviada sob pedido.

Georges Fischer Sociedade Anonima, Schaffhouse (Suiça)

Sociedade Comercial ROMAR Lda. Rua da Boavista, 83-1 D Lisboa

ORGANIZAÇÃO DE ENGENHARIA AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

DISJUNTORES DE ALTA TENSÃO

TIPOS RM - RMc, RG

- ALTO PODER DE CORTE
- ALTO NÍVEL DE ISOLAMENTO
- REDUZIDAS DIMENSÕES
- ROBUSTEZ E SEGURANÇA
- FÁCIL MANOBRA
- ESPECIFICAÇÕES:

CEI - IEC - VDE

SACE BERGAMO

série R

6 a 30 kV
630 a 800 A
200 a 600 MVA

Representantes exclusivos para PORTUGAL

ELECTRO TÉCNICOS

ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS, L.DA

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

C. D. U. 622.732

Relação de fragmentação a 80 % em circuitos complexos

Pelo Eng.º de Minas (I. S. T.) JOSÉ MANUEL TORRES
Assistente do I. S. T.
Bolseiro do I. A. C. na C. E. E. N. —
— Laboratório de Preparação de Minérios

Em 1961 o Eng. A. H. Conceição, então aluno do I. S T., apresentou, durante um dos exames da cadeira de Preparação de Minérios, expressões globais para a relação de fragmentação, recorrendo a deduções gráficas originais. Estes resultados foram depois publicados nesta revista no n.º 308.

O Eng. Torres, utilizando o mesmo método, mas introduzindo doutro modo o rendimento de crivagem, sistematizou e generalizou-o, aplicando-o a variados diagramas de fragmentação. É este trabalho, que constituiu um colóquio efectuado no corrente ano no âmbito da actividade da Secção de Tratamento de Minérios do Centro de Mineralogia e Geologia da C. E. E. N., que agora se publica. O seu mérito reside principalmente em fornecer expressões gerais fàcilmente utilizáveis para o cálculo da relação de fragmentação, o que tem particular interesse no cômputo da energia consumida, quando se utiliza a teoria de Bond.

J. QUINTINO ROGADO
Professor do I. S. T.

1. INTRODUÇÃO

1.1. *Generalidades*

Numa operação de fragmentação define-se como relação de fragmentação a 80 % o cociente:

$$R_{80} = \frac{\phi^{x}_{80}}{\phi^{P}_{80}}$$

onde:

ϕ^{x}_{80} — é a malha, suposta quadrada, do crivo onde passaria 80 % da alimentação da máquina de fragmentação.

ϕ^{P}_{80} — é a malha, suposta quadrada, do crivo onde passaria 80 % do produto fragmentado pela máquina.

É possível conhecer os valores de ϕ^{P}_{80} com certa aproximação, no estabelecimento de um projecto, socorrendo-nos dos dados experimentais, fornecidos pelos fabricantes, que atendem ao estado de fragmentação dos materiais e ao tipo de rochas ou minérios tratados.

A dificuldade que surge, reside no desconhecimento das funções de distribuição granulométrica da alimentação de cada máquina, pois as sucessivas operações de fragmentação, «scalping» e até a complicação suplementar de circuitos fechados tornam díficil estabelecer as granulometrias intermediárias.

O método normal a seguir, será partir da função de distribuição granulométrica da alimentação e ir fazendo a soma das funções de distribuição resultantes das operações de fragmentação e crivagem posteriores, de modo a conhecer a função de distribuição do produto em qualquer ponto.

Este método é assaz trabalhoso e é exactamente para o evitar que nos propomos apresentar expressões, o mais simples possíveis, que permitam conhecer a relação de fragmentação a 80 % em qualquer máquina de um determinado diagrama.

Este assunto já foi estudado por H. CONCEIÇÃO (1961) que estabeleceu expressões para o cálculo de R_{80} em circuitos fechados directos e inversos no primeiro e segundo andar de um diagrama de fragmentação.

No que se segue, estudar-se-á os diagramas de fragmentação seguintes:

a) montagem de um andar com «scalping» (v. fig. 1)
b) montagem de dois andares com «scalping» no segundo andar (v. fig. 2).
c) montagem de dois andares com «scalping» em ambos os andares (v. fig. 3).
d) montagem de três andares com «scalping» em todos os andares (v. fig. 4).
e) montagem de três andares com «scalping» no segundo andar e circuito fechado inverso no último andar (v. fig. 5)
f) montagem de três andares com «scalping» no segundo andar e circuito fechado directo no terceiro (v. fig. 7)
g) montagem de dois andares, com «scalping» no primeiro andar e circuito fechado inverso no segundo (v. fig. 6)
h) montagem de dois andares, com «scalping» no primeiro andar e circuito fechado directo no segundo (v. fig. 8)

1.2. *Notação utilizada*

E_i - Eficiência de crivagem definida como cociente entre o infracrivo obtido e o infracalibre existente na alimentação do crivo do andar i

a_i — Proporção do infracalibre da alimentação tal-qual a fragmentar referida à malha do crivo do andar i

p_{ij} — Proporção de infracalibre do produto fragmentado pela máquina do andar i referida à malha do crivo do andar j

A — Peso da alimentação tal-qual a fragmentar

P_i — Peso do produto fragmentado pela máquina do andar i

I_i — Peso do infracrivo do crivo do andar i

S_i — Peso do supracrivo do crivo do andar i

ϕ — Calibre

L — Espessura máxima ocorrendo no material da alimentação tal-qual

F — Factor de forma da rocha ou minério a fragmentar

C.C.S. — Abreviatura da curva de cúmulos superiores

C.C.I. — Abreviatura da curva de cúmulos inferiores

2. ESTUDO DOS DIAGRAMAS

2.1. *Montagem de um e dois andares de britagem com «scalping» num andar — Diagramas das figs. 1 e 2*

Conquanto o diagrama da fig. 1 seja um caso particular do diagrama da fig. 2 estudá-lo-emos em separado.

2.1.1. *Montagem de um andar com «scalping»*

Se num gráfico (fig. 1) traçarmos a curva de cúmulos superiores da alimentação e a do infracrivo e fizermos a diferença das ordenadas, obteremos a curva do supracrivo S_1, sendo evidente que $\phi^{S_1}_{80}$ representa o calibre a 80 % da alimentação da britadeira 1.

É evidente que (Fig. 1):

$$S_1 = A - I_1 = A - A\,E_1\,a_1 = A\,(1 - E_1\,a_1)$$

Sendo

$$Z = \frac{S_1}{A} = 1 - E_1\,a_1$$

o coeficiente de transformação das coordenadas, temos

$$\frac{\phi^{A}_{max} - \phi^{S_1}_{80}}{20\,Z} = \frac{\phi^{A}_{max}}{100}$$

donde

$$\phi^{S_1}_{80} = \frac{\phi^{A}_{max}\,(100 - 20\,Z)}{100}$$

$$= \frac{\phi^{A}_{max}\,[100 - 20\,(1 - E_1\,a_1)]}{100}$$

$$= 0{,}8\,\phi^{A}_{max} + 0{,}2\,E_1\,a_1\,\phi^{A}_{max}$$

$$= 0{,}8\,FL + 0{,}2\,E_1\,\phi_{crivo} \qquad (1)$$

pois

$$\phi_{max} = FL$$

$$a_1 = \frac{\phi_{crivo}}{FL}$$

Nota: Sendo A um tal-qual de pedreira, a sua C.C.S. pode ser representada, com suficiente aproximação, por uma recta.

2.1.2. *Montagem de dois andares com «scalping» no segundo andar*

Traçando e somando as C.C.S. de P_1 e I_2 obteremos a C.C.S. de S_2 (Fig. 2).

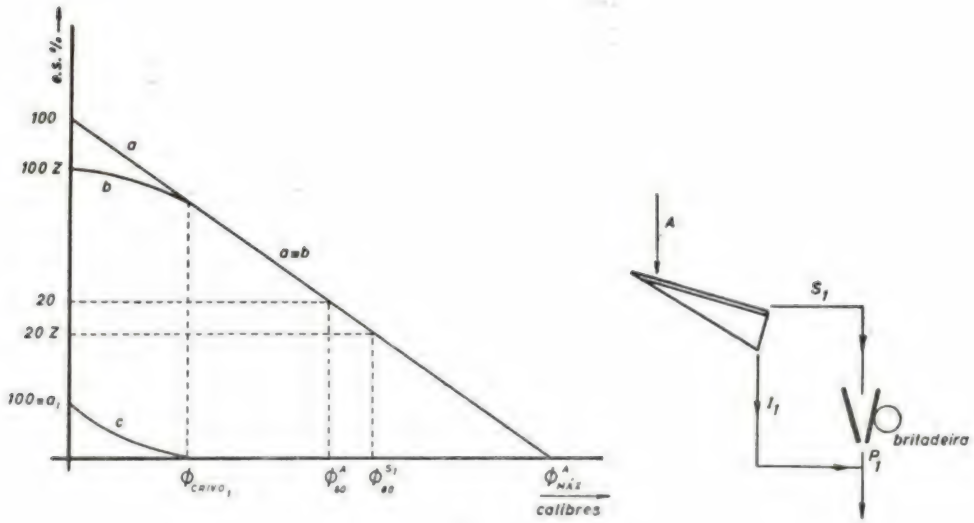


Fig. 1

a — c.c.s. de A
b — c.c.s. de S_1
c — c.c.s. de I_1

Interessa-nos conhecer o $\phi_{80}^{S_2}$ da britadeira 2. Vamos calculá-lo.

A curva *b* resultante da diferença das ordenadas das curvas *a* e *c*, é a curva de cúmulos superiores de S_2, isto é, da alimentação da máquina do 2.° andar.

As curvas *a* e *b* coincidem para valores $\phi > \phi_{crivo}$, logo as curvas de cúmulos inferiores de P_1 e S_2 são paralelas para os valores $\phi > \phi_{crivo}$

A ordenada máxima de *b* será

$$S_2 = P_1 - I_2 = P_1 - P_1 E_2 p_{12}$$

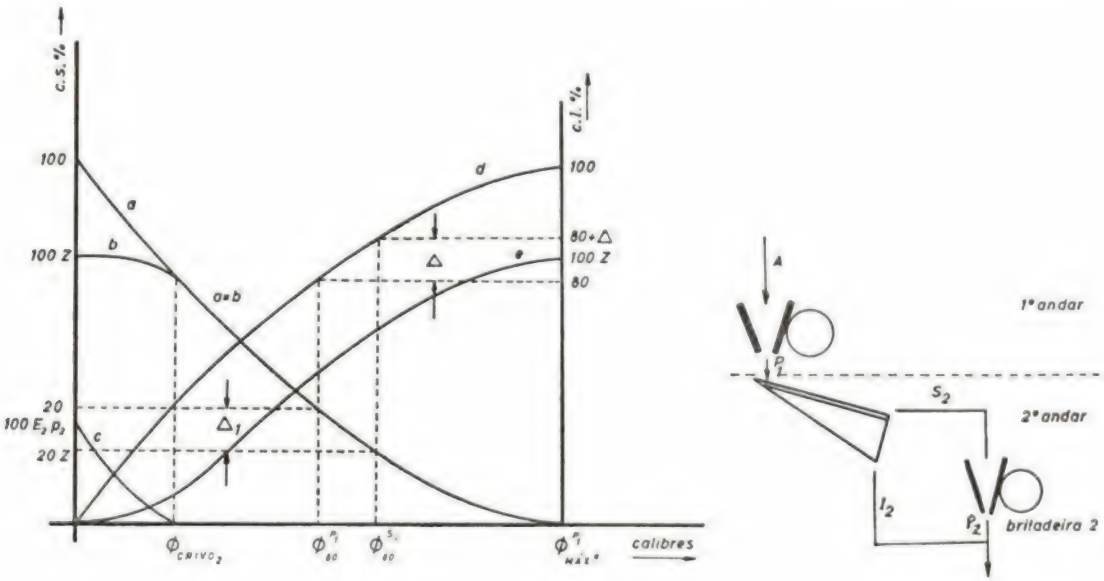


Fig. 2

a — Curva de cúmulos superiores de P_1
b — » » » » » S_2
c — » » » superiores » I_2
d — » » » inferiores » P_1
e — » » » » » S_2

e para $P_1 = 100$ (isto é para a representação em percentagem) virá

$$S_2\,(\%) = 100\,[1 - E_2\,p_{12}]$$

Chamaremos a $Z = (1 - E_2\,p_{12})$ coeficiente de transformação de coordenadas.

Como se vê na fig. 2, o valor procurado de $\phi_{80}^{S_2}$ é o valor que se poderia ler na C.C.I. de P_1 no ponto $80 + \Delta_1$.

Mas $\Delta_1 = \Delta$ pois as curvas de C.C.I. são simétricas com as de cúmulos superiores em relação aos respectivos eixos de 50 % e Δ é conhecido pois é dado por $20 - 20\,Z = 20\,(1 - Z)$.

Logo,

$$\phi_{80}^{S_2} = \phi_{80 + 20\,(1 - Z)}^{P_1} = \phi_{100 - 20\,Z}^{P_1}$$

e substituindo Z

$$\phi_{80}^{S_2} = \phi_{[100 - 20\,(1 - E_2\,p_{12})]}^{P_1}$$

$$= \phi_{80 + 20\,E_2\,p_{12}}^{P_1}$$

logo

$$R_{80} = \frac{\phi_{[80 + 20\,E_2\,p_{12}]}^{P_1}}{\phi_{80}^{P_2}} \qquad (2)$$

Assim, se dispusermos das curvas típicas das britadeiras 1 e 2, lendo os calibres correspondentes às percentagens $80 + 20\,E_2\,p_{12}$ na curva da máquina 1, e a 80 na curva da máquina 2, o cociente dos valores dos calibres lidos representa o R_{80} da máquina em questão.

De notar que a fórmula só será válida se

$$\phi_{crivo_2} < \phi_{80}^{P_1}$$

o que quase sempre se verifica na prática.

O caso 2.1.1 é um caso particular do caso 2.1.2 em que a curva de alimentação do andar com «scalping» é uma recta. Se, segundo a notação adoptada, fizermos

$$p_{12} \equiv a_1$$
$$E_2 \equiv E_1$$
$$P_2 \equiv P_1$$
$$P_1 \equiv A$$

pois deixando de haver um andar os índices baixam uma unidade, a fórmula viria

$$R_{80} = \frac{\phi_{80 + 20\,E_1\,a_1}^{A}}{\phi_{80}^{P_1}} \qquad (3)$$

que, como se poderá verificar, é perfeitamente equivalente à fórmula (1).

2.2. *Montagem de dois andares com «scalping» em ambos os andares*

Aqui, igualmente, o valor procurado é o $\phi_{80}^{S_2}$.

Traçaremos todas as curvas de cúmulos superiores, e as de cúmulos inferiores de P_1 e S_2 (Fig. 3).

Pela figura se vê que tal como nos casos anteriores

$$\phi_{80}^{S_2} = \phi_{[100 - 20\,Z]}^{P_1}$$

e substituindo o valor de Z (Ver Anexo)

$$\phi_{80}^{S_2} = \phi_{100 - 20\left[1 + \frac{E_1 a_1}{1 - E_1 a_1} - E_2\left(p_{12} + \frac{E_1 a_2}{1 - E_1 a_1}\right)\right]}^{P_1}$$

donde

$$R_8 = \frac{\phi_{100 - 20\left[1 + \frac{E_1 a_1}{1 - E_1 a_1} - E_2\left(p_{12} + \frac{E_1 a_2}{1 - E_1 a_1}\right)\right]}^{P_1}}{\phi_{80}^{P_2}} \qquad (4)$$

isto é, para o cálculo de R_{80} basta dispor das curvas acumuladas dos produtos das máquinas 1 e 2 e da alimentação. A fórmula (4) será válida se

$$\phi_{crivo_1} \leqslant \phi_{80}^{S_2} \quad e \quad \phi_{80}^{P_1}$$

De notar o facto de que, se no diagrama da fig. 3 retirassemos o crivo, cairíamos no caso do diagrama da fig. 2.

A fórmula deverá pois ser idêntica para $E_1 = 0$ (não havendo crivagem a eficiência da crivagem é nula) e teríamos:

$$R_{80} = \frac{\phi_{100 - 20\,(1 - E_2\,p_{12})}^{P_1}}{\phi_{80}^{P_2}}$$

que é idêntica à expressão (2).

2.3. *Montagem de três andares com «scalping» em todos os andares*

Tracemos todas as curvas de cúmulos superiores, e as de cúmulos inferiores de S_2 e P_2 (fig. 4).

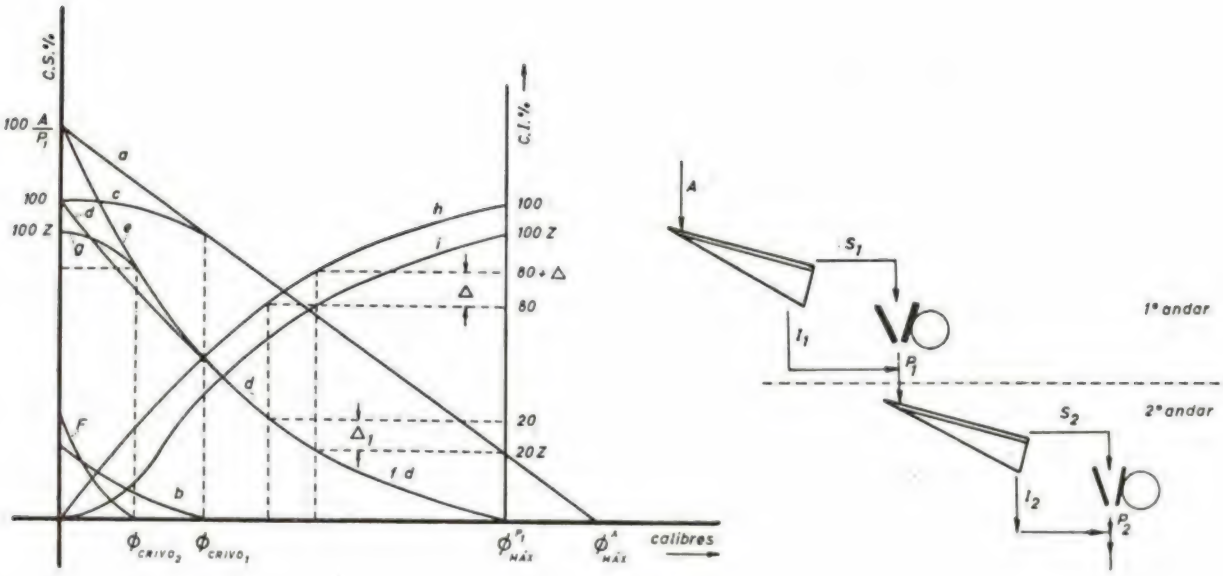


Fig. 3

a — Curva de cúmulos superiores de A
b — » » » » » I_1
c — » » » » » S_1
d — » » » » » P_1
e — » » » » » $P_1 + I_1$
f — » » » » » I_2
g — » » » » » S_2
h — Curva de cúmulos inferiores de P_1
i — » » » » » S_2

Anàlogamente aos casos anteriores e como se deduz da figura será

$$\phi^{S_3}_{80} = \phi^{P_2}_{100-20\,Z}$$

e substituindo Z (ver Anexo)

$$R_{80} = \frac{\phi^{S_3}_{80}}{\phi^{P_3}_{80}} =$$

$$= \frac{\phi^{P_2}_{100-20}\left\{1 + E_2\left[\frac{p_{12}(1-E_1 a_1) + E_1 a_2}{(1-E_1 a_1)(1-E_2 p_{12}) + E_1(a_1 - E_2 a_2)}\right] - E_3\left[\frac{E_2 p_{13}(1-E_1 a_1) + E_1 E_2 a_3}{(1-E_1 a_1)(1-E_2 p_{12}) + E_1(a_1 - E_2 a_2)}\right] + p_{23}\right\}}{\phi^{P_3}_{80}} \qquad (5)$$

Condição de validade de (5)

$$\phi_{crivo_2} < \phi^{S_3}_{80} \quad e \quad \phi^{P_2}_{80}$$

Se nesta fórmula fizermos $E_1 = 0$ e baixarmos os índices uma unidade, obteremos a expressão (4).

2.4. *Montagem de três andares com «scalping» no segundo andar e circuito fechado inverso no terceiro*

Tracemos como habitualmente as curvas de cúmulos superiores e as de cúmulos inferiores de S_3 e P_2 (fig. 5).

É ainda

$$\phi^{S_3}_{80} = \phi^{P_2}_{100-20\,Z}$$

e substituindo Z (ver Anexo)

$$R_{80} = \frac{\phi^{S_3}_{80}}{\phi^{P_3}_{80}} =$$

$$= \frac{\phi^{P_2}_{100-20}\left[\frac{1 + \frac{E_2 p_{12}}{1 - E_2 p_{12}} - E_3\left(p_{23} + \frac{E_2 p_{13}}{1 - E_2 p_{12}}\right)}{E_3 p_{33}}\right]}{\phi^{P_3}_{80}} \qquad (6)$$

que também se pode escrever

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_2}_{100-20}\left[\dfrac{L + \dfrac{E_2\, p_{12}}{1 - E_2\, p_{12}}}{E_3\, p_{33}}\right]}{\phi^{P_3}_{80}}$$

e onde L é a taxa de circulação (ver Anexo).

$$L = \frac{1 - E_3\,[p_{23}\,(1 - E_2\, p_{12}) + E_2\, p_{13}]}{E_3\, p_{33}}$$

A expressão é válida se,

$$\phi^{P_2}_{máx} < \phi^{S_2}_{80} \text{ e } \phi^{P_2}_{80}$$

2.5. *Montagem de dois andares com «scalping» no segundo andar e circuito fechado inverso no segundo* (Fig. 6)

Basta fazer em (6)

$$E_2 \equiv E_1$$
$$p_{12} \equiv a_1$$
$$p_{13} \equiv a_2$$
$$p_{23} \equiv p_{12}$$
$$E_3 \equiv E_2$$
$$p_{33} \equiv p_{22}$$

e vem

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_1}_{100-20}\left[\dfrac{1 + \dfrac{E_1\, a_1}{1 - E_1\, a_1} - E_2\, p_{12}}{E_2\, p_{22}}\right]}{\phi^{P_2}_{80}} \quad (7)$$

$\left(\text{Condição de validade } \phi^{P_2}_{máx} < \phi^{P_1}_{80} \text{ e } \phi^{S_2}_{80}\right)$

que também se pode escrever

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_1}_{100-20}\left[\dfrac{L}{E_2\, p_{22}\,(1 - E_1\, a_1)}\right]}{\phi^{P_2}_{80}}$$

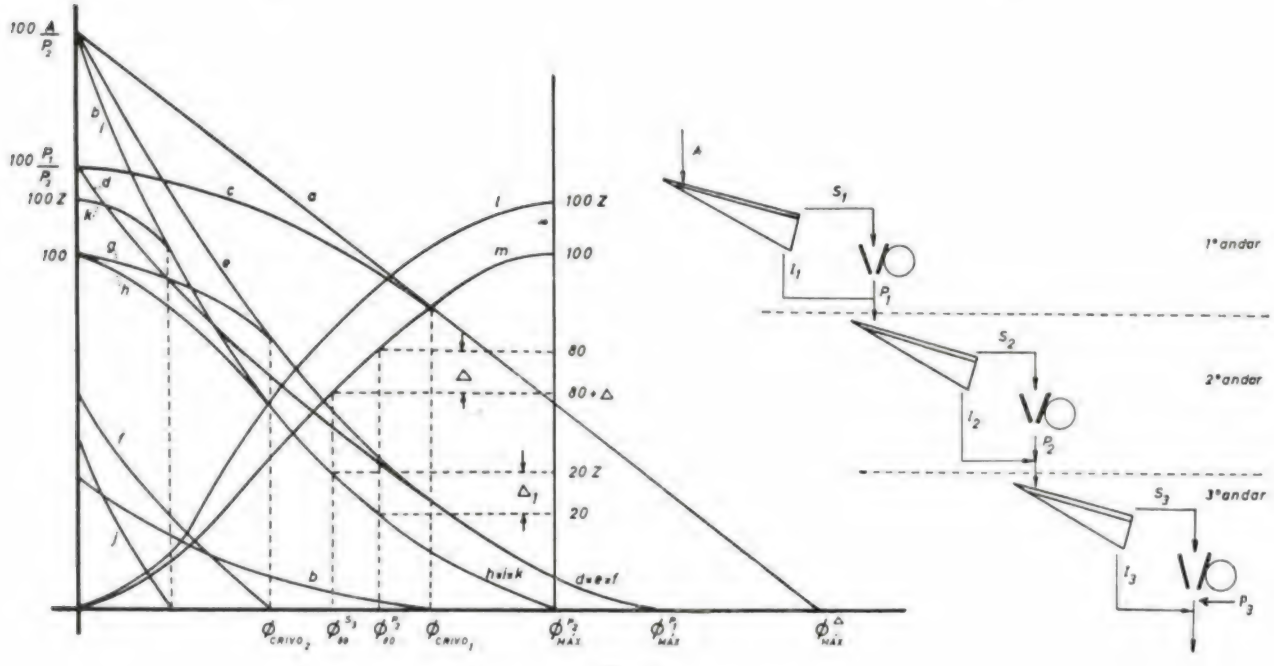
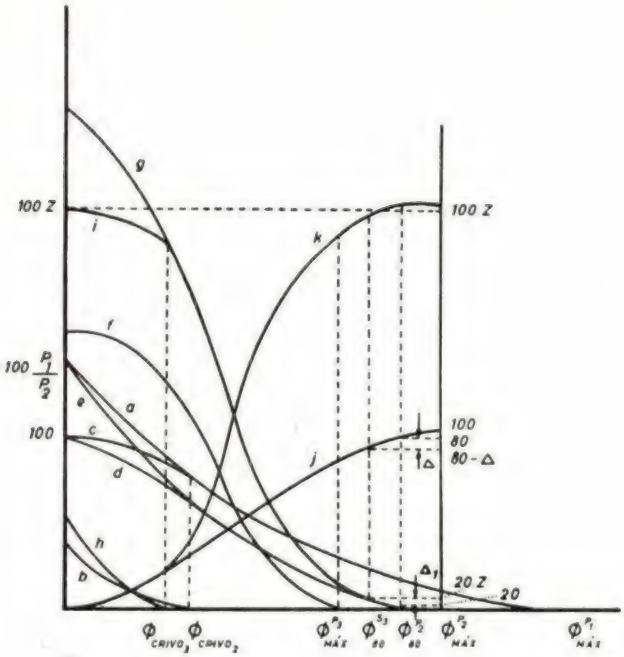


Fig. 4

a — Curva de cúmulos superiores de A
b — » » » » » I_1
c — » » » » » S_1
d — » » » » » P_1
e — » » » » » $P_1 + I_1$
f — » » » » » I_2
g — » » » » » S_2
h — » » » » » P_2
i — » » » » » $P_2 + I_2$
j — » » » » » I_3
k — » » » » » S_3
l — Curva de cúmulos inferiores de S_3
m — » » » » » P_2



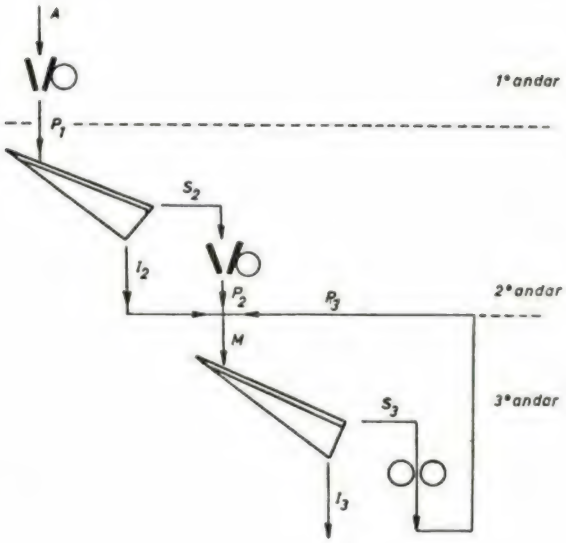


Fig. 5

a — Curva de cúmulos superiores de P_1
b — » » » » » I_2
c — » » » » » S_2
d — » » » » » P_2
e — » » » » » $P_2 + I_2$ — (Alimentação do andar em circuito fechado)
f — » » » » » P_3
g — » » » » » $P_2 + P_2 + P_3$ — (Mistura)
h — » » » » » I_3
i — » » » » » S_3
j — » » » inferiores de P_2
k — » » » « » S_3

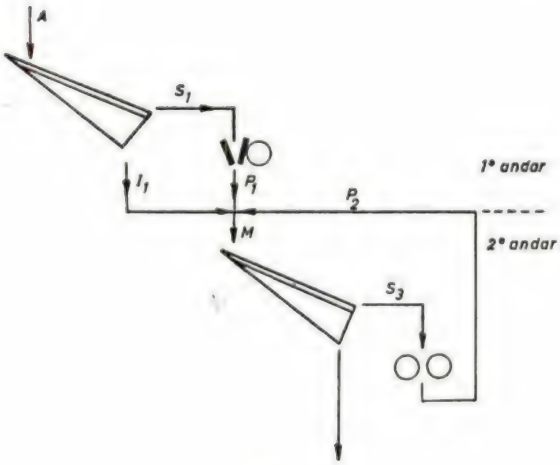


Fig. 6

onde L (taxa circulação; ver Anexo) é dado por:

$$L = 1 - E_2 \left[\frac{p_{12}}{E_2 p_{22}} \right] (1 - E_1 a_1)$$

2.5. *Montagem de três andares com «scalping» no segundo andar e circuito fechado directo no terceiro*

Como se vê da fig. 7 é igualmente

$$\phi^{S_3}_{80} = \phi^{P_2}_{100-20\,Z}$$

e substituindo Z (ver Anexo)

$$R_{80} = \frac{\phi^{M}_{80}}{\phi^{P_3}_{80}} = \frac{\phi^{P_2}_{100-20} \left[\dfrac{1}{E_3\, p_{33}\,(1 - E_2\, p_{12})} \right]}{\phi^{P_3}_{80}} \qquad (8)$$

com a condição de validade

$$\phi^{S_3}_{max} < \phi^{P_3}_{80} \quad \text{e} \quad \phi^{M}_{80}$$

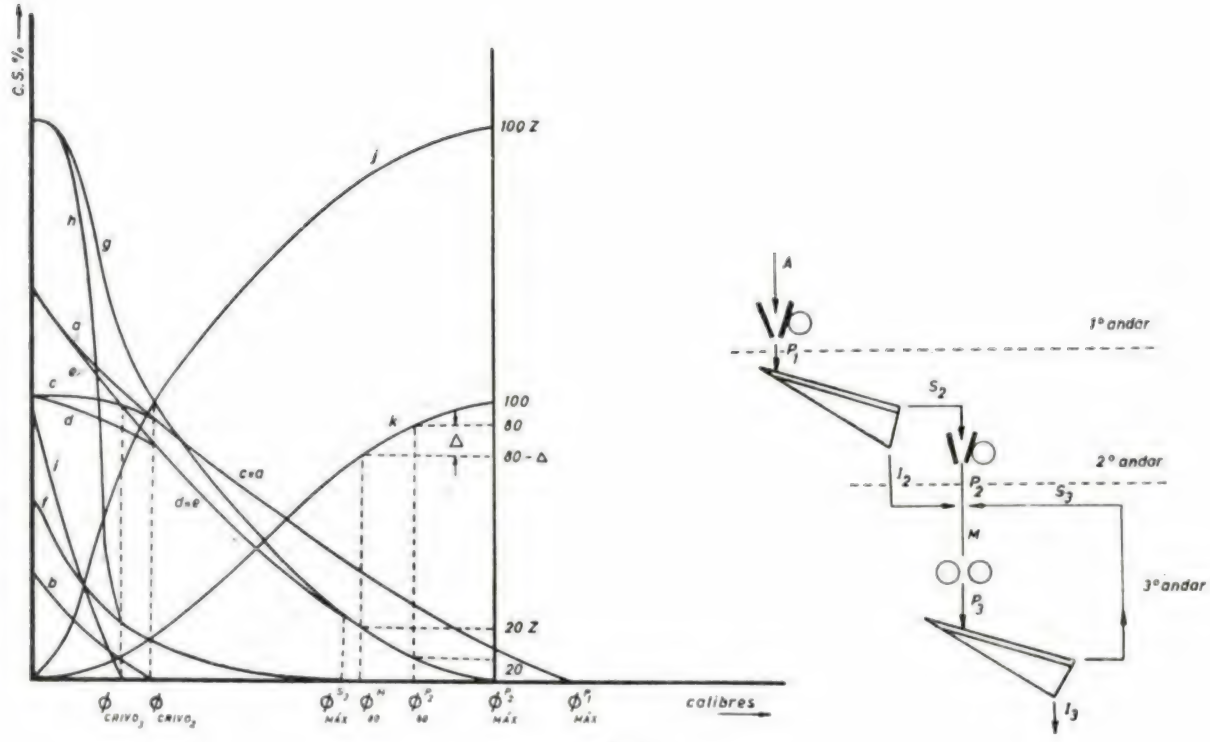


Fig. 7

a — Curva de cúmulos superiores de P_1
b — » » » » » I_2
c — » » » » » S_2
d — » » » » » P_2
e — » » » » »
f — » » » » » $P_2 + I_2 + P_1$
g — » » » » » $M = P_2 + I_2 + P_3$
h — » » » » » P_3
i — » » » » » I_3
j — » » » inferiores de M
k — » » » » » P_2

2.6. *Montagem de dois andares com «scalping» no primeiro e circuito fechado directo no segundo*

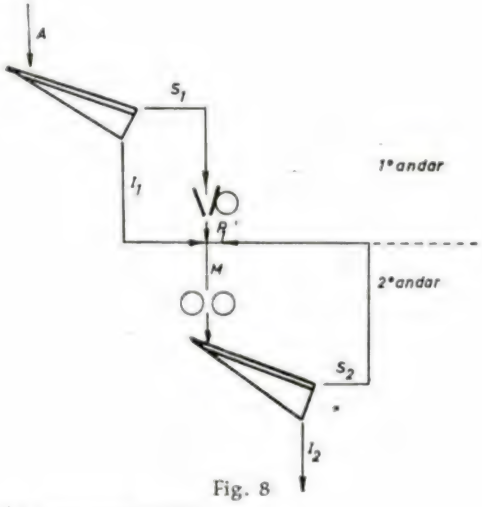


Fig. 8

No caso do diagrama da fig. 8 deduz-se de (8)

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_1}_{100-20}\left[\dfrac{1}{E_2\, p_{12}\,(1-E_1\, a_1)}\right]}{\phi^{P_2}_{80}} \qquad (9)$$

Com a condição de validade

$$\phi^{P_2}_{max} < \phi^{P_1}_{80} \quad e \quad \phi^{M}_{80}$$

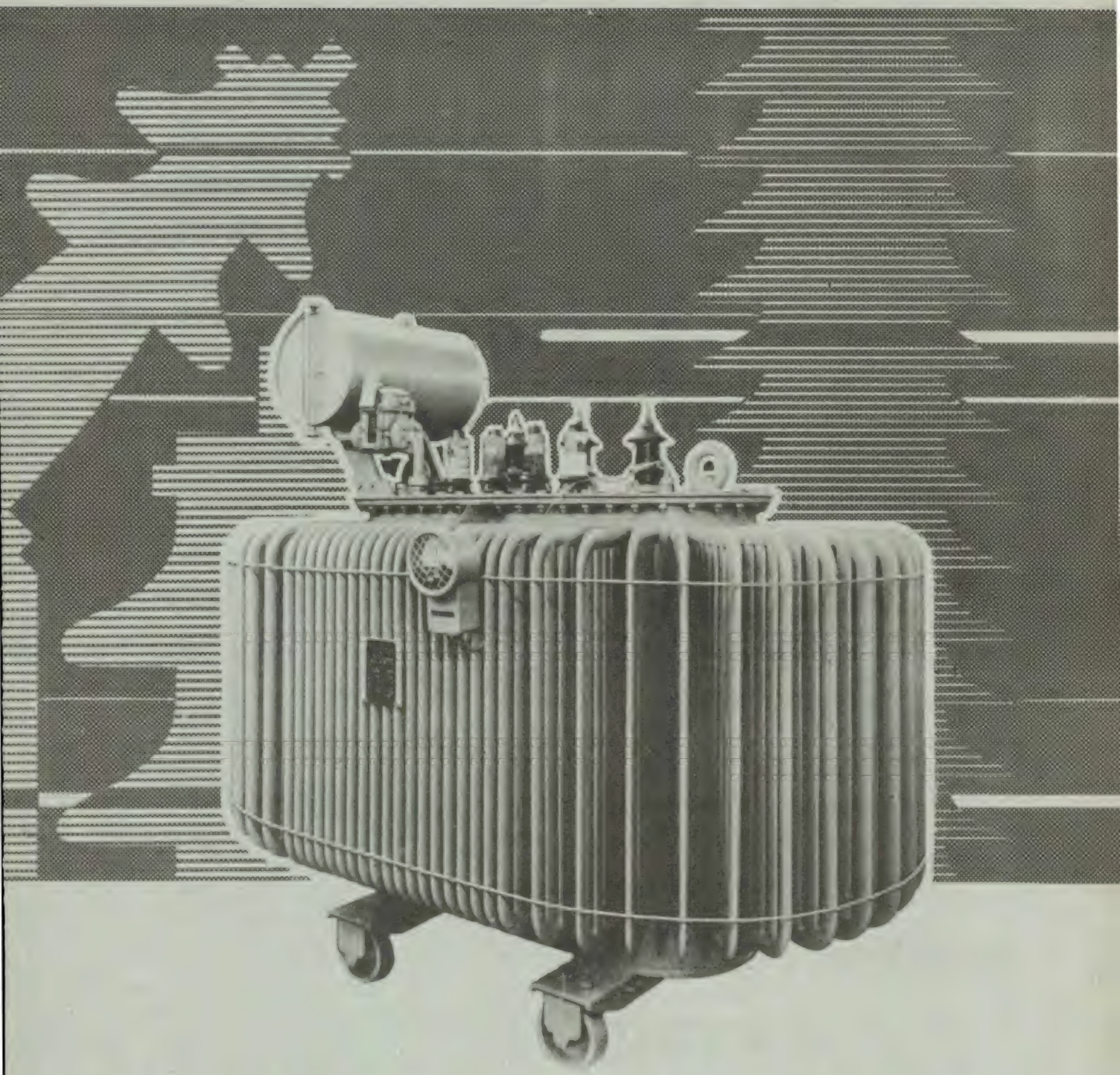
O R_{80} da expressão (8) pode escrever-se

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_2}_{100-20}\left[\dfrac{L+1}{1-E_2\, P_{12}}\right]}{\phi^{P_3}_{80}} \qquad \text{(ver Anexo) (8')}$$

e o da expressão (9)

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_1}_{100-20}\left[\dfrac{L+1}{1-E_1\, a_1}\right]}{\phi^{P_2}_{80}} \qquad \text{(ver Anexo) (9')}$$

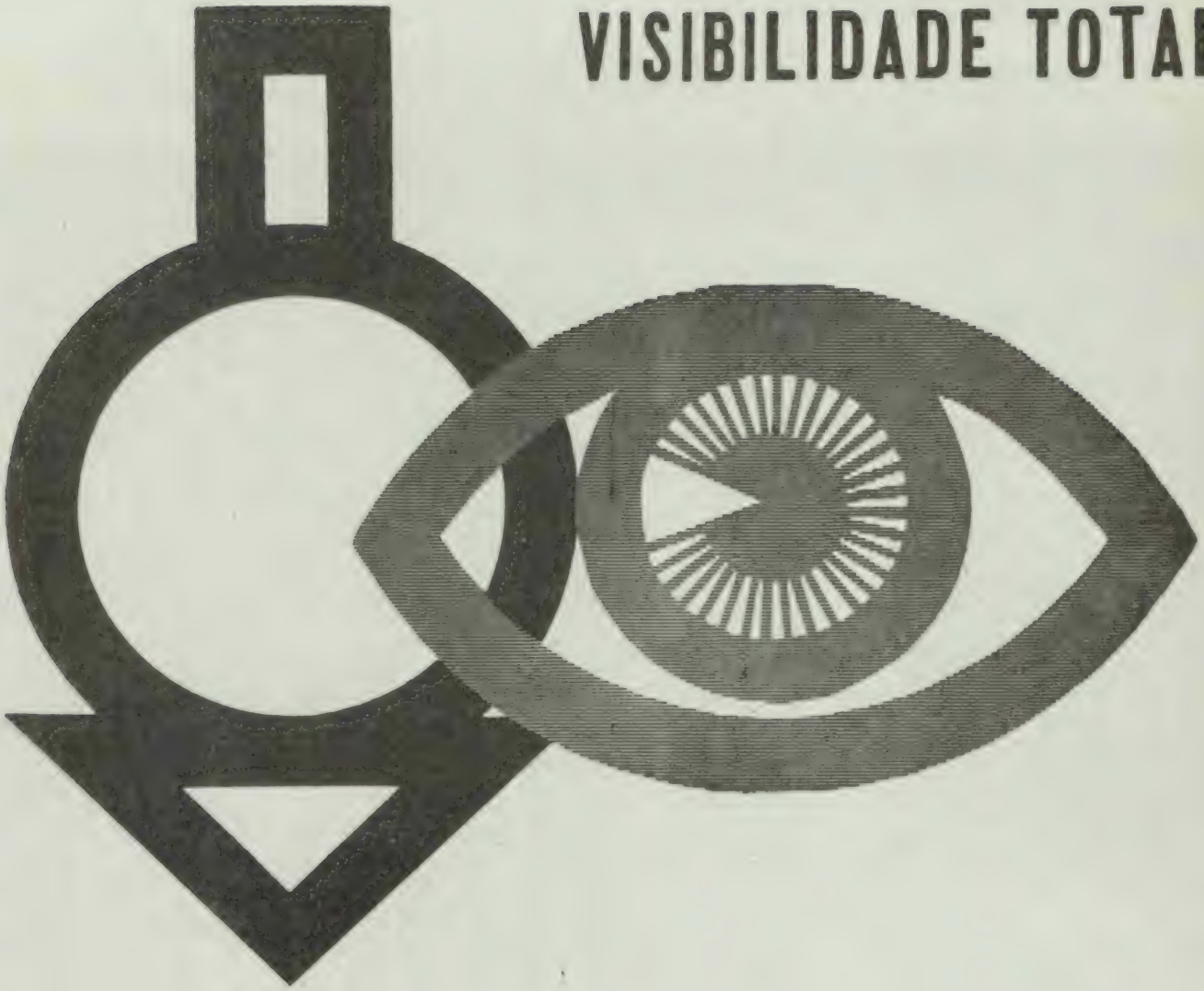
SIEMENS
PORTUGAL



TRANSFORMADORES MOTRA ATÉ 30 MVA E 60 KV
FABRICADOS SOB LICENÇA SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG

REPRESENTANTES E DISTRIBUIDORES
SIEMENS COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.
LISBOA • PORTO

VISIBILIDADE TOTAL



...é a condição principal
da Segurança!
Assim se explicam
os extraordinários cuidados
que a Berliet pôs
no estudo do pára-brisas
da sua nova cabine **Relax.**

Moldada numa só peça
com mais de um m2 de superfície
este pára-brisas de curvatura dupla
confere ao condutor um campo visuc
absolutamente incomparável.

berliet

tramagal

METALÚRGICA DUARTE FERREIRA, S. A. R. L. — DIVISÃO BERLIET

Rua Tomás Ribeiro, 50-A LISBOA

Sendo L em ambos os casos a taxa de circulação expressa, respectivamente, por:

$$L = \frac{1}{E_3\, p_{33}} - 1 \quad \text{(diagrama da fig. 7)}$$

$$L = \frac{1}{E_2\, p_{22}} - 1 \quad \text{(diagrama da fig. 8)}$$

3. *Referências Bibliográficas*

Conceição, A. H. (1961) — Relação de fragmentação a 80 % de uma britadeira (ou moinho) a trabalhar em circuito fechado. *Técnica* n.º 308 — Janeiro de 1961, pág. 215-224 — Lisboa.

ANEXO

Diagrama da fig. 3

Teremos

$$S_2 = P_1 + I_1 - I_2$$

$$= P_1 + E_1\, a_1\, A - I_2 \quad \text{mas} \quad A = P_1 + I_1$$

$$P_1 + A\, E_1\, a_1$$

$$\text{donde} \quad A = \frac{P_1}{(1 - E_1\, a_1)}$$

logo:

$$S_2 = P_1 + \frac{E_1\, a_1\, P_1}{1 - E\, a_1} - I_2$$

$$I_2 = E_2\, [p_{12}\, P_1 + E_1\, a_2\, A_1]$$

$$= E_2 \left[p_{12}\, P_1 + E_1\, a_2 \frac{P_1}{1 - E\, a_1} \right]$$

logo:

$$\frac{S_2}{P_1} = Z =$$

$$= \left[1 + \frac{E_1\, a_1}{1 - E_1\, a_1} - E_2 \left(p_{12} + \frac{E_1\, a_2}{1 - E_1\, a_1} \right) \right]$$

Diagrama da fig. 4

$$S_3 = P_2 + I_2 - I_3 \qquad (A_1)$$

$$I_2 = E_2 \left[p_{12}\, P_1 + E_1\, a_2 \frac{P_1}{1 - E_1\, a_1} \right] \qquad (A_2)$$

$$I_3 = E_3\, [\, p_{23}\, P_2 + E_2\, p_{13}\, P_1 + E_1\, E_2\, a_3\, A\,] \qquad (A_3)$$

Por outro lado:

$$P_2 = S_2 = P_1 (1 - E_2\, p_{12}) + (E_1\, a_1\, A - E_1\, E_2\, a_2\, A)$$

$$= P_1 (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, A\, (a_1 - E_2\, a_2)$$

$$= P_1 (1 - E_2\, p_{12}) + \frac{E_1\, P_1}{1 - E_1\, a_1} (a_1 - E_2\, a_2) \qquad (A_4)$$

ou

$$P_2 = A\, (1 - E_1\, a_1)\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, A\, (a_1 - E_2\, a_2) \qquad (A_5)$$

De A_4 e A_5 tira-se

$$P_1 = \frac{P_2\, (1 - E_1\, a_1)}{(1 - E_1\, a_1)\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, (a_1 - E_2\, a_2)} \qquad (A_6)$$

$$A = \frac{P_2}{(1 - E_1\, a_1)\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, (a_1 - E_2\, a_2)} \qquad (A_7)$$

Substituindo em A_2 e A_3 os valores de P_1 e A dados em A_6 e A_7 teremos:

$$I_2 = E_2 \left[p_{12} \frac{P_2\, (1 - E_1\, a_1) + E_1\, a_2\, P_2}{(1 - E_1\, a_1)\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, (a_1 - E_2\, a_2)} \right] \qquad (A_8)$$

$$I_3 = E_3 \left[p_{23}\, P_2 + \frac{E_2\, p_{13}\, P_2\, (1 - E_1\, a_1) + E_1\, E_2\, a_3\, P_2}{(1 - E_1\, a_1)\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, (a_1 - E_2\, a_2)} \right] \qquad (A_9)$$

que substituído em (A_1) dá

$$\frac{S_3}{P_2} = Z = 1 + E_2 \left[\frac{p_{12}\, (1 - E_1\, a_1) + E_1\, a_2}{(1 - E_1\, a_1)\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, (a_1 - E_2\, a_2)} \right] -$$

$$- E_3 \left[\frac{E_3\, p_{13}\, (1 - E_1\, a_1) - E_1\, E_2\, a_3}{(1 - E_1\, a_1)\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_1\, (a_1 - E_2\, a_2)} + p_{23} \right]$$

Diagrama da figura 5

Demonstra-se que em circuito fechado inverso são válidas as seguintes relações

$$M = A \left[1 + \frac{1 - Ea}{Ep} \right]$$

$$M - A = C = A\, \frac{1 - Ea}{Ep}$$

onde

M = mistura de A e C

A — Alimentação do andar em circuito fechado

C — Carga circulante

a, p — Com a significação habitual dada na notação

No caso do diagrama da fig. 5 teremos pois

$$C = S_3 = P_3 = M \left(\frac{1 - E_3\, x}{E_3\, p_{33}} \right) \cdot X$$

onde $X = I_2 + P_2$

x = infracalibre de X em relação ao crivo 3

Portanto:

$$C = S_3 = P_3 = \frac{(I_2 + P_2) - E_3\, (I_2 + P_2)\, x}{E_3\, p_{33}}$$

mas:

$$I_2 = E_2\, p_{12} \frac{P_2}{1 - E_2\, p_{12}} \left(\text{pois } P_1 = \frac{P_2}{1 - E_2\, p_{12}} \right)$$

e

$$(I_2 + P_2)\, x = p_{23}\, P_2 + E_2\, p_{13}\, P_1$$

$$= p_{13}\, P_2 + \frac{E_2\, p_{13}\, P_2}{1 - E_2\, p_{12}}$$

Tiramos pois:

$$C = P_3 = \frac{E_2\, p_{12} \frac{P_2}{(1 - E_2\, p_{12})} + P_2 - E_3 \left(p_{23}\, P_2 + \frac{E_2\, p_{13}\, P_2}{1 - E_2\, p_{12}} \right)}{E_3\, p_{33}}$$

e finalmente:

$$Z = \frac{S_3}{P_2} = \frac{P_3}{P_2} = \frac{1 + \frac{E_2\, p_{12}}{1 - E_2\, p_{12}} - E_3 \left[p_{23} + \frac{E_2\, p_{13}}{1 - E_2\, p_{12}} \right]}{E_3\, p_{33}} \qquad (A_{11})$$

e

$$L = \frac{1 - E_3\, x}{E_3\, p_{33}} \quad \text{(Taxa de circulação)}$$

$$= \frac{1 - E_3\, [p_{23}\, (1 - E_2\, p_{12}) + E_2\, p_{13}]}{E_3\, p_{33}} \qquad (A_{12})$$

como se deduz da expressão de $(I_2 + P_2)\, x$

logo:

$$Z = \frac{L + \frac{E_2\, p_{12}}{1 - E_2\, p_{12}}}{E\, p_{33}} \qquad (A_{13})$$

Diagrama da fig. 7

No diagrama da figura 7, atendendo à fórmula do circuito fechado directo

$$M = \frac{A}{E\, p}$$

onde M é a mistura da alimentação e da carga circulante teremos

$$A = I_2 + P_2$$
$$M = I_2 + P_2 + S_2$$

$$M = \frac{P_2 + I_2}{E_3\, p_{33}}$$

$$\text{mas } I_2 = E_2\, p_{12} \frac{P_2}{1 - E_2\, p_{12}}$$

$$M = P_2 \frac{1 + \frac{E_2\, p_{12}}{1 - E_2\, p_{12}}}{E_3\, p_{33}}$$

donde:

$$Z = \frac{M}{P_2} = \frac{1}{E_3\, p_{33}\, (1 - E_2\, p_{12})} \qquad (A_{14})$$

e para o caso do diagrama da fig. 8

$$Z = \frac{1}{E_2\, p_{22}\, (1 - E_1\, a_1)}$$

$$L = \frac{M - A}{A} = \frac{1}{E_2\, p_{22}} - 1 \text{ (no caso da fig. 7)} \qquad (A_{15})$$

$$L = \frac{1}{E_3\, p_{33}} - 1 \quad \text{(no caso da fig. 8)} \qquad (A_{16})$$

logo

$$Z = \frac{L + 1}{E_3\, p_{23}} \text{ para o diagrama da fig. 7} \qquad (A_{17})$$

$$\text{e } Z = \frac{L + I}{E_2\, p_{22}} \text{ para o diagrama da fig. 8} \qquad (A_{18})$$

RESUMO

Estuda-se a relação de fragmentação a 80 % em diagramas complexos correntes e deduz-se essa relação partindo do conhecimento das funções de distribuição granulométrica da alimentação tal-qual e dos produtos das máquinas de fragmentação sem recurso ao estabelecimento das funções de distribuição granulométrica em todos os pontos do circuito.

Conclui-se que a relação de fragmentação a 80 % numa máquina (britadeira ou moinho) de um andar de ordem i, é dada, para todos os casos estudados, pela expressão

$$R_{80} = \frac{\phi_{100 - 20\, Z}^{P_{i-1}}}{\phi_{80}^{P_i}}$$

onde Z depende apenas das funções de distribuição granulométrica dos produtos das máquinas anteriores e da alimentação tal-qual.

SUMMARY

Starting from the analysis of the granulometric distributions of the feed and crushed products and avoiding to built those distributions for each point of the flowsheet, the 80 % reduction ratio is studied in some common cases.

A general formula is established for crushers and mills belonging to given flowsheet, viz:

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_{i-1}}_{100-20Z}}{\phi^{P_i}_{80}}$$

where $\phi^{P_i}_{100-20Z}$ is the (100 — 20 Z) size of the product from the crusher or mill placed in the ith stage; and Z only depends on the granulometric distribution of the feed and crushing machines products.

O III CONGRESSO INTERNACIONAL DO CIB

Junho/Julho 1965 — COPENHAGUE

O terceiro Congresso do «Conseil Internacional du Bâtiment pour la Recherche, l'Étude et la Documentation — CIB» — realizar-se-á durante a última semana de Junho e primeiros dias de Julho de 1965 em Copenhague, na Dinamarca.

Poderão participar não só os membros do CIB e seus representantes, como todas as pessoas interessadas.

O Congresso será seguido da V Assembleia Geral do CIB destinada exclusivamente aos seus membros.

O objectivo do congresso é o estudo dos processos que conduzam à industrialização da construção de modo a que esta possa corresponder quantitativa e qualitativamente às necessidades sempre crescentes, nas diferentes regiões do mundo.

Estes processos incluem, não sòmente a produção inteiramente industrial das construções e elementos de construção, mas também tudo quanto sirva para tirar partido dos métodos industriais.

O programa do Congresso, em elaboração, incluirá portanto assuntos tais como a organização e a produtividade da construção, a fixação das exigências funcionais, a transmissão dos conhecimentos e a divulgação da experiência já adquirida.

A escolha do tema baseou-se na convicção de que as necessidades crescentes em matéria de construção requerem o auxílio da indústria, tanto nas regiões onde se utiliza uma construção simples e tradicional com mão-de-obra abundante, como nas regiões onde a economia aconselha a prefabricação em grande escala.

Vários membros do CIB prepararão *relatos* que serão distribuídos aos participantes do Congresso, com alguma antecedência, a fim de constituirem o ponto de partida para uma discussão equilibrada.

Para receber mais informações devem os interessados dirigir-se ao

Secrétaire Général du CIB — Boîte Portal 299 — Rotterdam — Pays — Bas

---

CURSO DE ANÁLISE DE TENSÕES

Organizado pelo University College of Swansea, juntamente com o Civil Engineering Research Council, vai realizar-se de 6 a 10 de Janeiro de 1964 um «Course on Stress Analysis» onde se estudarão os mais recentes métodos numéricos e experimentais aplicáveis a problemas de engenharia civil.

A inscrição no curso custa £22 ou £10, conforme inclue ou não alojamento e refeições.

Os boletins de inscrição devem ser enviados até 15 de Dezembro próximo para — Mr. G. S. Holister, Civil Engineering Department, University College, Singleton Park, Swansea, Glam. — South Wales — Great Britain.

C. D. U. 628.257

Sugestão para melhoramento de uma ventosa

POR ANTÓNIO MANUEL DE VASCONCELOS
Eng.º Civil (I.S.T.)

1 — Introdução

Nos pontos altos das condutas de água usam-se, por vezes, ventosas de grande abertura (fig. 1).

No intuito de melhorar o seu funcionamento analisaram-se as condições de serviço de uma

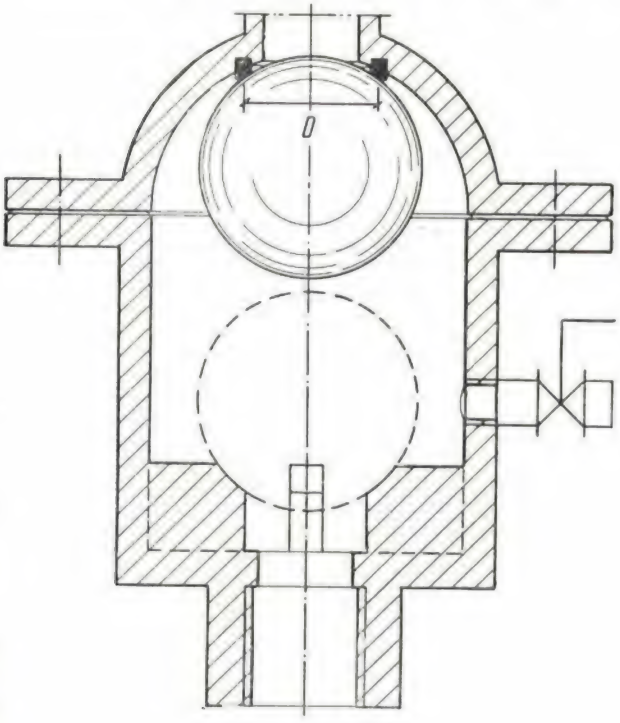


Fig. 1

destas ventosas ø 3/4" e estudou-se uma forma de aumentar a sua eficiência.

2 — Caracteristicas da ventosa

Peso da esfera . . . . . P = 44 g
Diâmetro da sede . . . . D = 3 cm

3 — Pressão de abertura a seco

Quando numa ventosa duma conduta em serviço se acumular ar proveniete de arrastamento ou da libertação de ar dissolvido, a esfera da ventosa só abre se a pressão interna fôr vencida pelo peso da esfera adicionado da pressão atmosférica exterior (fig. 2), isto é:

$p_i s \leqslant P + p_a s$ em que
p_i = pressão interna
s = área da secção da sede da ventosa
p_a = pressão atmosférica
P = peso da esfera

Como, porém, é uso considerar-se não a pres-

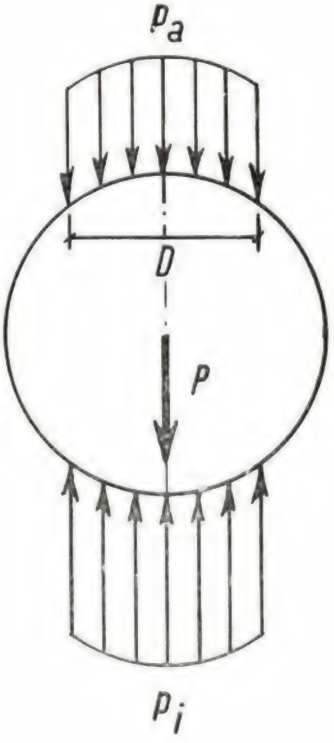


Fig. 2

são absoluta mas a diferença para a pressão atmosférica, a expressão pode reduzir-se a:

$p_i \leqslant P/s$

Substituindo valores tem-se:

$$p_i \leqslant 0{,}044/(\pi\, 3^2/4) = 0{,}006 \text{ km cm}^{-2}$$

Daqui se conclui que a ventosa abre para expulsar o ar se a pressão de serviço na conduta fôr a correspondente a uma coluna de água com uma altura não superior a 6 cm.

4 — Melhoramento a introduzir

No intuito de permitir a expulsão automática do ar quando as pressões de serviço forem de algumas dezenas de metros de altura de água, mas sem que a ventosa deixe de desempenhar o seu papel de dar passagem ao grande caudal de ar nas operações de enchimento ou esvaziamento da conduta, propõe-se a instalação de uma válvula intercalar concebida conforme se indica na (fig. 3).

Esta válvula é essencialmente constituída por um disco que obtura o orifício da ventosa e que no centro tem um orifício de pequeno diâmetro que é obturado pela esfera.

A secção do orifício central pode calcular-se pela fórmula acima indicada

$$s \leqslant P/p_i$$

Assim, por exemplo, se a pressão máxima de serviço na ventosa é de

$p_i = 2 \text{ kg cm}^{-2}$, tem-se

$$s \leqslant 0{,}044\ 2 = 0{,}022 \text{ cm}^2$$

a que corresponde um diâmetro $d \leqslant 1{,}5$ mm.

A válvula sugerida poderá ser exectada de plástico flexível. Este material facilita a introdução da esfera no interior e, por ter um peso da ordem dos 0,93, não altera sensìvelmente a capacidade de flutuação da esfera.

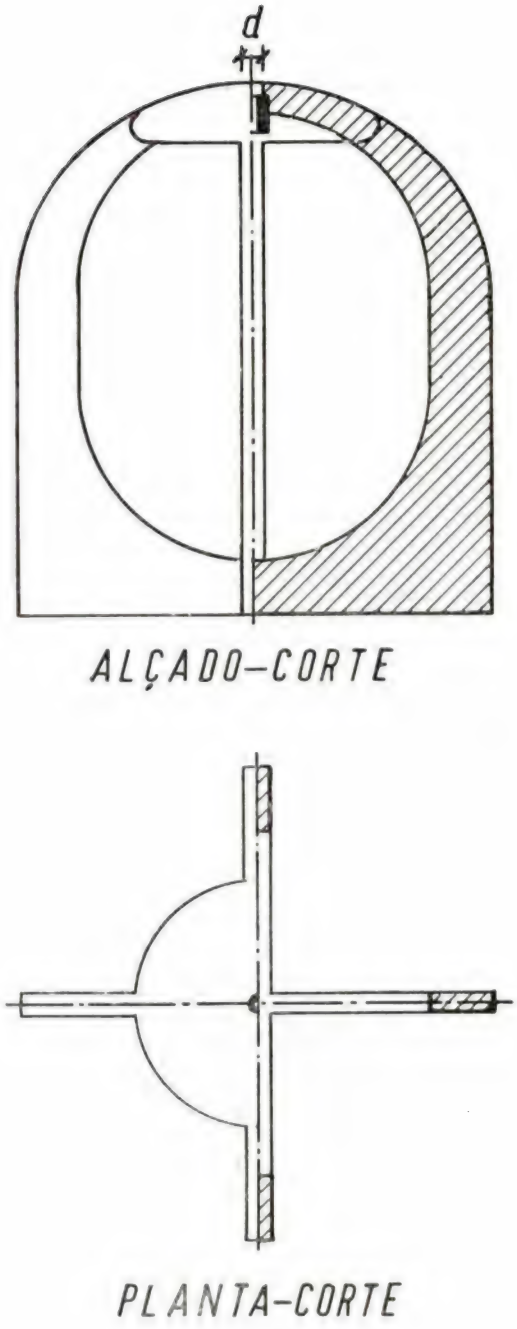


Fig. 3

RESUMO

Para melhoramento das ventosas de grande abertura (fig. 1) sugere-se a intercalação de uma válvula constituída por um disco com um pequeno orifício (fig. 3).

SUMARY

To improve high discharg air valves (fig. 1) it is suggested the use of a disc, with a small orifice, that would act like an intercalated valve (fig. 3).

Sumários dos artigos publicados na Técnica n.º 331

Ano XXXVIII Outubro 1963

CDU 378.962 (061.3)

Congresso do Ensino da Engenharia
Conclusões gerais

Técnica 331 — XXXVIII — 10. 1963 pág. 1 5.

A Comissão Redactora apresenta as conclusões do I Congresso do Ensino da Engenharia realizado no I.S.T. em Novembro de 1962.

G. Faria de Vasconcelos CDU 539 413:539 3

Flexão simples — Contribuição para a apresentação do cálculo em relação à rotura (Fase III)

Técnica 331 — XXXVIII — 10. 1963 pág. 33-45.

Introdução. Nesta, logo de início e de modo implícito, faz-se a justificação do aparecimento do presente trabalho. Visão sumária e panorâmica do estado actual do cálculo dos esforços «solicitantes» em relação à rotura (rótula plástica, diagrama hiperestático plástico, adaptações, etc.). — *Notação. Cálculo Clássico dos Esforços Resistentes:* Apresentação das suas bases (lei de Hooke, hipótese de Bernouilli, hipótese de Navier, lei da Homogenização, Fases ou Estádios) e do modo como se processa (teorema dos momentos estáticos e análise do binario elástico), com alusão às tabelas.

J. Neves da Silva CDU 534.111

Tratamento matemático dos movimentos vibratórios de características lineares

Técnica 331 — XXXVIII — 10. 1963 pág. 7-26 — Bibliografia.

Apresentam-se as soluções usuais de sistemas vibratórios com um grau de liberdade e de características lineares, obtendo-se imediatamente com toda a generalidade os resultados pela integração por aproximações sucessivas da equação diferencial correspondente.

J. Manuel Torres CDU 622.732

Relação de fragmentação a 80 % em circuitos complexos

Técnica 331 — XXXVIII — 10. 1963 pág. 47 58

Estuda-se a relação de fragmentação a 80 % em diagramas completos correntes e deduz-se essa relação partindo do conhecimento das funções de distribuição granulométrica da alimentação tal-qual e dos produtos das máquinas de fragmentação sem recurso ao estabelecimento das funções de distribuição granulométrica em todos os pontos do circuito.
Conclui-se que a relação de fragmentação a 80 % numa máquina (britadeira ou moinho) de um andar de ordem i, é dada, para todos os casos estudados pela expressão

$$R_{80} = \frac{\phi_{100-80Z}^{P_{i-1}}}{\phi_{80}^{P_i}}$$

onde Z depende apenas das funções de distribuição granulométrica dos produtos das máquinas anteriores e da alimentação tal-qual.

J. J. Delgado Domingos CDU 532.542.1:621 181 021

Estabilidade e repartição dos escoamentos em superfícies de aquecimento com circulação forçada

Técnica 331 — XXXVIII — 10. 1963 pág. 27-32 — Bibliografia.

Admitindo propriedades muito gerais quanto à dependência da perda de carga das variáveis definidoras do escoamento num circuito aquecido, estabelecem-se as condições de estabilidade num circuito individual e em circuitos em paralelo. Linearizando a função num domínio de estabilidade determina-se a influência da perturbação num dos parâmetros em torno dum ponto de equilíbrio. Introduzem-se critérios adimensionais de estabilidade do circuito, da bomba e da perturbação.

A. M. de Vasconcelos CDU 628.275

Sugestão para melhoramento de uma ventosa

Técnica 331 — XXXVIII — 10. 1963 pág. 00-00.

Para melhoramento das ventosas de grande abertura (fig. 1) sugere-se a intercalação de uma válvula constituída por um disco com um pequeno orifício (fig. 5).

Summaries of articles published in «Técnica» No. 331

XXXVIII — 10. 1963

G. Faria de Vasconcellos — UDC 539.413:539.3

Simple flexion — Contribution on the breaking stress calculation (Phase III).

Técnica No. 331 — XXXVIII — 10. 1963 pp 33 to 45.

Introduction. After justificing the present work, the author gives a wide vision on the actual breacking stress calculation. — *Classic determination of resisting efforts.* Its basis are presentede (Hooke's law, Bernouill's hypothesis, Navier's hypothesis, etc.) and also the way to proced, with reference to tables.

UDC 378.962 (061.3)

Congress of Engineering Education General conclusions

Técnica No. 331 — XXXVIII — 10. 1963 pp 1 to 5.

The final conclusions of the I Congress of Engineering Education that took place on November 1962 are now presented by relators.

J. Manuel Torres — UDC 622.732

80 % reduction ratio in complex circuits

Técnica No 331 — XXXVIII — 10. 1963 pp. 47 to 58.

Starting from the analysis of the granulometric distributions of the feed and crushed products and avoiding to built those distributions for each point of the flowsheet, the 80 % reduction ratio is studied in some commom cases.
A general formula is established for crushersand mills belonging to given flowsheet, viz:

$$R_{80} = \frac{\phi^{P_{i-1}}_{100-20\,Z}}{\phi^{P_i}_{80}}$$

where $\phi^{P_i}_{100-20\,Z}$ is the (100—20 Z) size of the product from the crusher or mill placed in the ith stage; and Z only depends on the granulometric distribution of the feed and crushing machines products.

J. Neves da Silva — UDC 534.111

Mathematical theory of vibrations in one-dimensional linear bodies

Técnica No. 331 — XXXVIII — 10. 1963 pp 7 to 26 — Bibliography.

The usual solutions of vibrations in one-dimensional linear bodies are found, with all generality from the differential equation solved by approaching methods.

A. M. de Vasconcelos — UDC 628.257

Suggestion to improve an air valve

Técnica No. 331 — XXXVIII — 10. 1963 pp. 00 to 00.

To improve high discharg air valves (fig. 1) it suggested the use of a disc, with a small orifice, that would act like an intercalated valve (fig. 3).

J. J. Delgado Domingos — UDC 532.542.1:6 1.181.(21

Stability and flow distribution on heated surfaces with forced circulation

Técnica No. 331 — XXXVIII — 10. 1963 pp 27 to 32 — Bibliography.

With some general assumptions about functional dependence of pressure drop of a heated tube on the flow variables the conditions for stability of flow on individual and parallel tubes are deduced. Adimensional critéria are introduced for stability and perturbation.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsaveis:

Viegas Gonçalves, Gomes de Pina, Knopfli Batoréu, Sousa Oliveira, Möller Miranda, Barbosa Colen, Marques Pedro, Girão Pina

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 512.52

Normas para la determinação de curvas de valores de trabajos, com poucos datos — *J. F. Cagat Comas; M. Chveca Pazos.*
Dyna, 11-963, vol. 36, n.º 11, pág. 749-756.

C. D. U. 513.75

Asupra unor transformari optice — *C. Ionescu Bujor.*
Buletinul I. P. B., 4/6 961, vol. 23, n.º II, pág. 31-53.

C. D. U. 517 93

Exact solutions for ordinary nonlinear differential equations - *Iwao Sugai.*
I T T, 1961, vol. 37, n.º 1, pág. 47.

C. D. U. 518.3

La manera más fácil de trazar nomogramas — *C. R. Glanville.*
Dyna, 11 962, vol. 36, n.º 11, pág. 767-775.

C. D. U. 519.28

La distribuição binomial y el control de calidad — *A. Garcia Galan.*
Dyna, 6-962, vol. 37, n.º 6, pág. 339-443.

C. D. U. 530.12.01

Dispersion Relations in Theories with Indefinite Metric — *K. L. Nagy.*
Acta Physica, 1962, vol. 14, n.º 1, pag. 15-20.

C. D. U. 531.621 : 78.34

New application of electronic weighing.
Science and Industry, 1960, vol. 7, n.º 4, pág. 139-145

C. D. U. 532 532 001.57

L'Aération dans les Évacuateurs en Puits — *N. Martins.*
Memória n.º 151 — LNEC, 1960.

C. D. U. 535.853 : 539.12

The analysis of a gamma spectrum with a gamma scintillation spectrometer — *H. P. Nijman.*
Science and Industry, 1961, vol. 8, n.º 6, pág. 20-24.

C. D. U. 536.22

Transmisión de calor por líquidos en ebollición — *Pedro M.ª Pebea.*
Dyna, 1-961, vol. 36, n.º 1, pág. 16-20.

C. D. U. 538.23

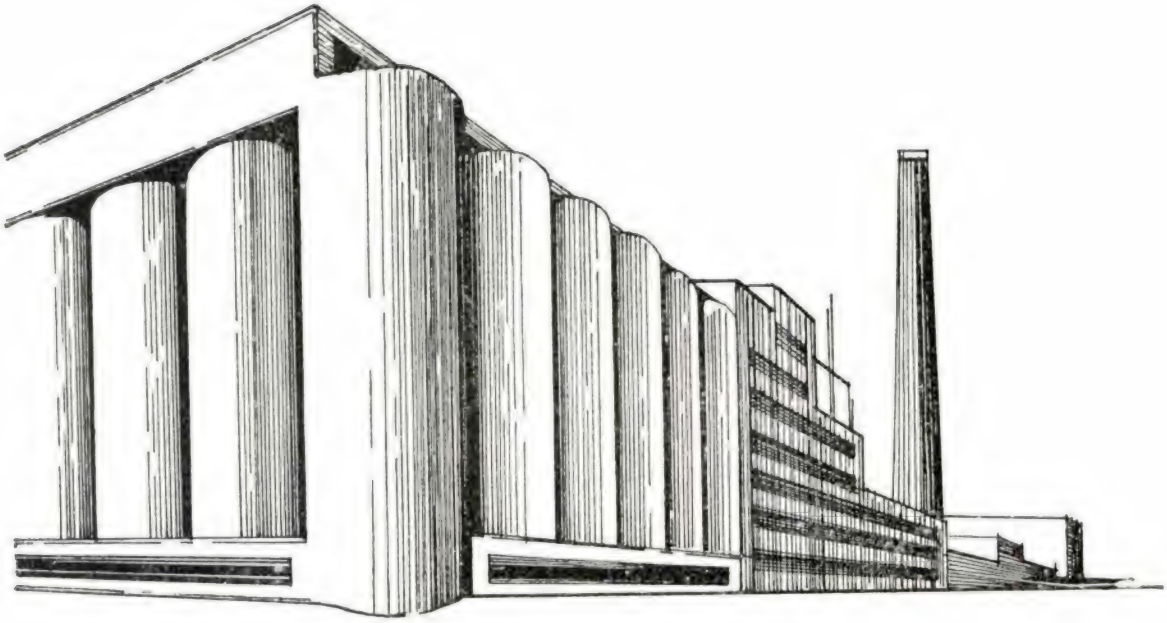
Le Phénomène de Reptation, ou déplacement des Cycles d'Hystéresis Dissymétriques — *Nguyen van Dang.*
Revue du Nickel, 5/6-962, pág. 68 73.

C. D. U. 539 4.011.25

Eine neue genauere Methode zur Bestimmung der Brucharbeit — *I. Bodrogai.*
Acta Technica, 1962, vol. 39, n.º 3 4, pág. 411-425.

C. D. U. 542.48

Colunas de rectificación Sulzer — *Max Huber.*
Ion, 12-961, vol. 21, n.º 245, pág. 676-686.



O CIMENTO
NO MUNDO MODERNO

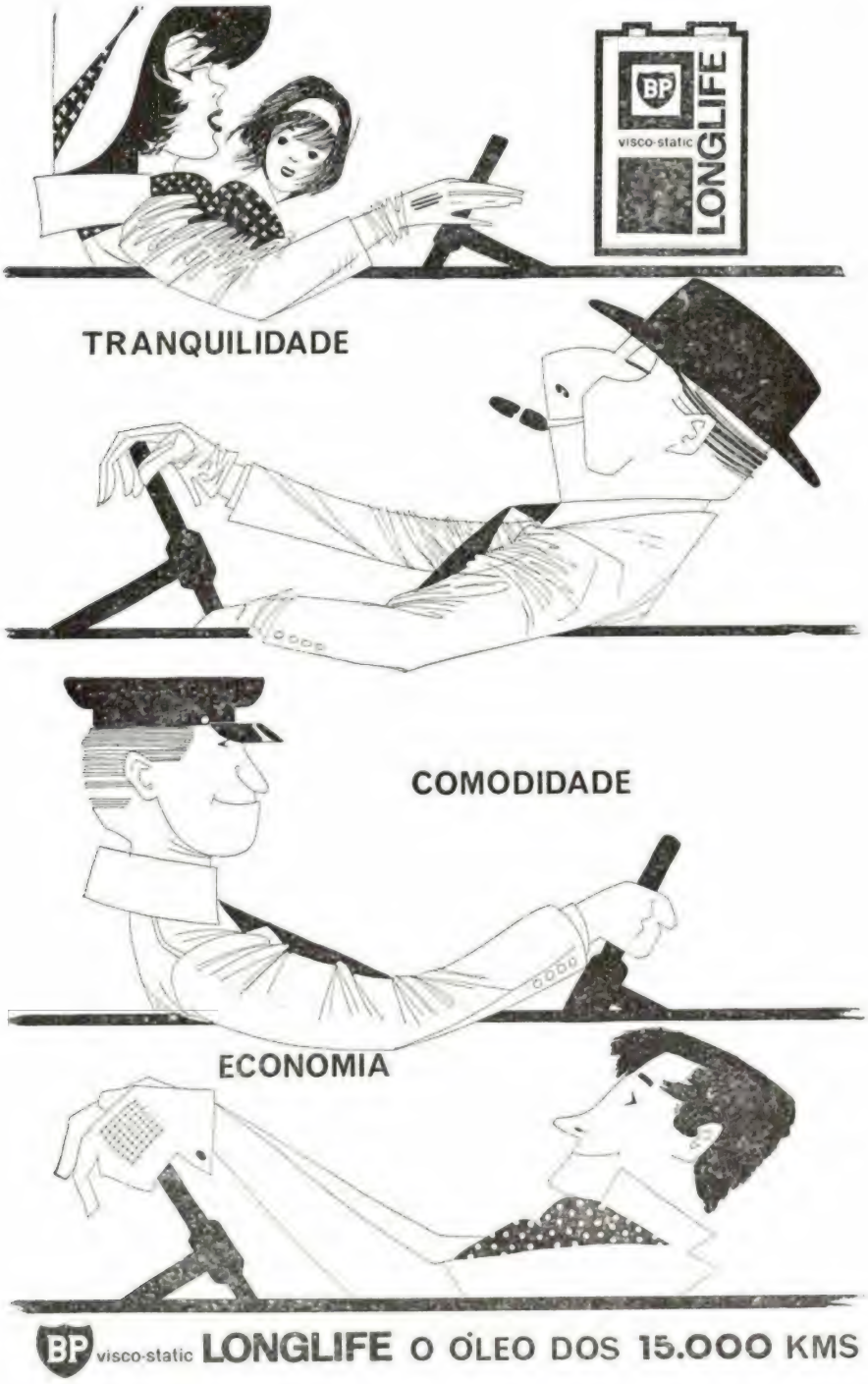
tem cada vez mais aplicação em grandes e pequenas obras.

Assim, na construção de Silos, Portos, Aeroportos, Estradas, Trabalhos urbanos e industriais, etc., o uso do Cimento faz-se em larga escala. Uma boa parte é

CIMENTO TEJO

COMPANHIA CIMENTO TEJO

ALHANDRA


BP
visco-static
LONGLIFE
TRANQUILIDADE
COMODIDADE
ECONOMIA
BP visco-static LONGLIFE O ÓLEO DOS 15.000 KMS

C. D. U. 545.824 : 669

A Mathematical method for the Investigation of Inter--Element Effects in X-Ray Fluorescent Analyses — *H. J. Lucas Toogh* e *B. J. Price.*
Metallurgia, 9-962, vol. 64, n.º 383 pág. 149-152.

C. D. U. 547.29 : 620.197

Conservation des acides gras: Um probléme de corrosion — *J. Bulot.*
Revue du Nickel, 7/8-962, vol. 28, n.º 4, pág. 84-90.

C. D. U. 612.82 : 681.142

Physical models and psychological processes — *A Tustin*
Journal IEE, 4-960, vol. 6, n.º 64, pág. 201.

C. D. U. 620.17

Détermination graphique des tensions principales et des tensions de comparaison — *Paul Sahmel.*
Acier, Stahl, Steel, 1961, n.º 1, pág. 41-44.

C. D. U. 621.039 : 621.389

L'instrumentation électronique dans les centres nucléaires — *R. Wahl.*
Industries atomiques, 7/8 960, vol. 4, n.º 7-8, pág. 71- ; 9-10-960, vol. 4, n.º 9-10, pág. 76-82.

C. D. U. 621.039.562.24.002.2

Fabrication de barres de contrôle à la division de l'énergie nucléaire de l'Asea — *Mills, B.*
Asea-Revue 34 (1962) : 6, pág. 154-156.

C. D. U. 621.17

New Margam Power Plant — Britain's First Benson Boiler.
Metallurgia, 7-960, vol. 62, n.º 369, pág. 3-7.

C. D. U. 621 311.21 (469)

L'usine hydro-électrique de Picote — *A. Reymond.*
Bulletin Sécheron, 1960, n.º 29, pág. 1-10.

C. D. U. 621.313.333-213 4

Moteurs asynchrones, entièrement fermés, à tubes de refroidissement — *Lewkowicz, H.*
Asea-Revue 34 (1962) : 4, pág. 99-103.

C. D. U. 621.314.21.017.3

Les pertes à vide des transformateurs mesurées en appliquant une tension non sinusoïdale — *Asner A.*
Rev. Brown Boveri, t.47 (1960), n.º 12, pág. 875-882; 9 fig.

C. D. U. 621.315.016.44

Influência das perturbações de potência activa no comportamento da Rede Eléctrica Nacional — *F. N. Ribeiro Gomes.*
Electricidade, 7/9-962, n.º 23, pág 226.

C. D. U. 621.316.54.027.3

Interruptores de alta potência — *A. Hochrarner.*
La AEG al día, 1961, n.º 1, pág. 121-128.

C. D. U. 621.317.2 : 621.316.51

Disjoncteurs de sécurité, coupleurs rapides et sectionneurs du plancher d'essai à grande puissance des usines Asea de Ludvika — *Strindmark, A.*
Asea-Revue 33 (1961) : 2, pag. 49-56.

C. D. U. 621.318.24

Perfeccionamiento del magnetizador de impulsos AEG — *T. Dambier, K. Ruschmeyer.*
La AEG al día, 1961, n.º 2, pág. 288-291.

C. D. U. 621.319.2

Electrets — *R. H. Barker.*
Journal of IEE, 9-962, vol. 8, n.º 93, pág. 413-416.

C. D. U. 621.327.07

Adjusting lighting in rooms lit by gas discharge lamps — *A. de Bruin.*
Science and Industry, 1962, vol. 9, n.º 4, pág. 24-33.

C. D. U. 521.333

Réflexions sur l'évolution des moteurs de traction et l'entraînement des essieux — *Fehr A.*
Rev. Brown Boveri, t. 47 (1960), n.º 9, pág. 541-548, 7 fig., 1 tabl.

C. D. U. 621.335

Electric traction — *J. A. Broughall.*
11-961, vol. 7, n.º 83, pág. 653.

C. D. U. 621.34.07 : 621.879.3

Application de la technique de régulation automatique pour la commande électrique des excavateurs pour les mines à ciel ouvert — *Heinrich Schulte.*
Revue Siemens 17 1959), pág. 274-277, 6 figs.

C. D. U. 621.362/363

Magnetohydrodynamic power generation — *M. W. Thring.*
Journal of IEF, 5-962, vol. 8, n.º 89, pág. 237-241.

C. D. U. 621.365

Electro thermie.
Revue Brown Boveri, 1/2-961, vol. 48, n.º 1-2, pág. 107-123.

C. D. U. 621.372.5

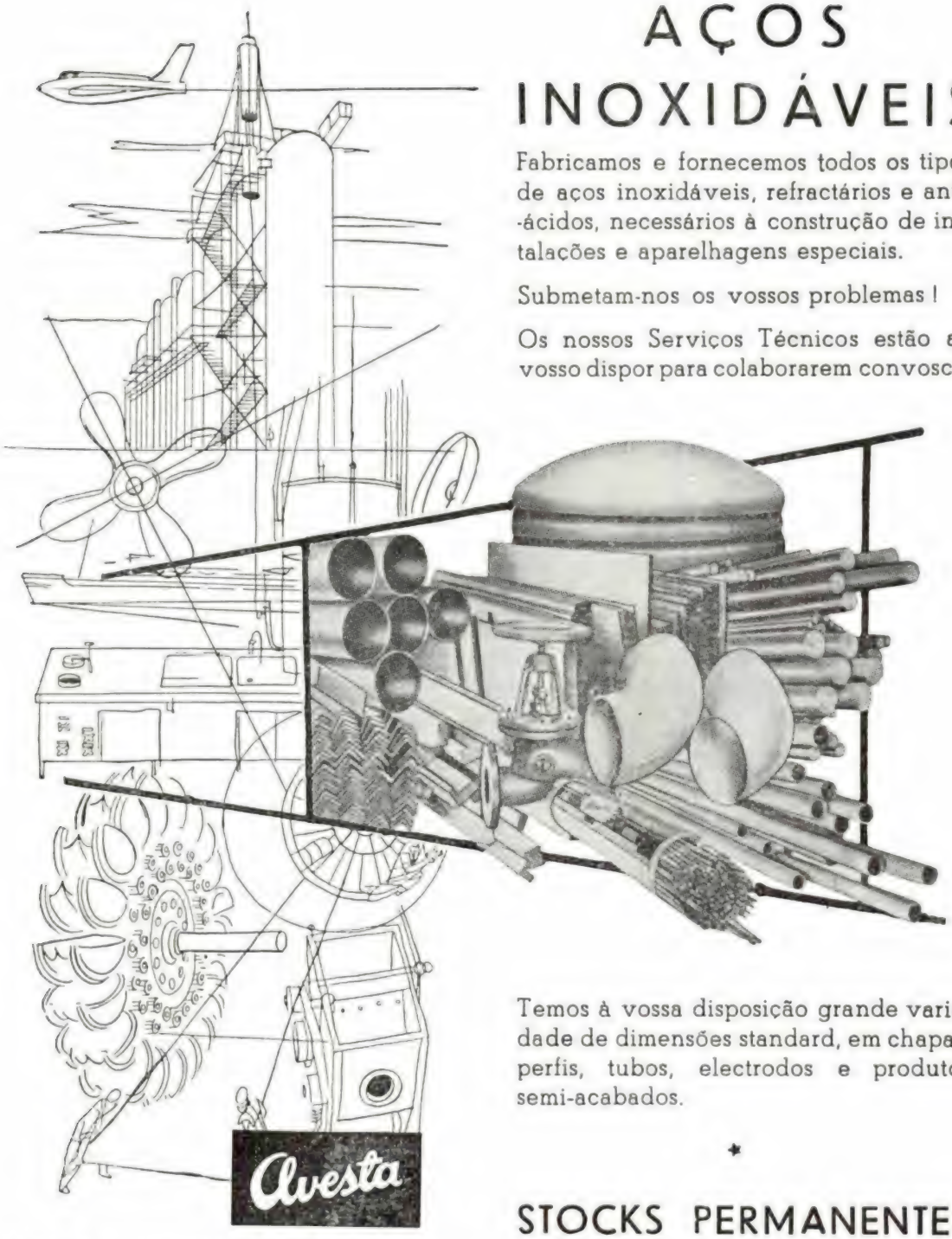
Design of Helix Couplers — *T. Berceli.*
Acta Technica, 1960, vol. 31, n.º 3-4, pág. 311-341.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 47961 — 47993 — 47997

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621.375.9.029.6

Lasers — *M. Pauthier.*

Electrical Communication, 1962, vol. 37, n.º 4, pág 377-386.

C. D. U. 621.382 : 621.316.5

Le thyratron Brown Boveri au silicium, type CS 100 — *Weisshaar, E.*

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.º 3-4, pág. 262-266, 7 figs.

C. D. U. 621.385.024:621.375.021:621.039.57

Amplificadores de corriente continua en el equipo instrumental nuclear de reactores — *G. Aulich, W. Nottelmann.*

AEG, al dia, 1961, n.º 2, pág. 200-206.

C. D. U. 621.387.7

The X-ray image intensifier in industrial fluoroscopy — *J. A. N. Clevers.*

Science and Industry, 1-960, vol. 7, n.º 1, pág. 1-7.

C. D. U. 621.39:621.394.3

Experimental Data Transmission System for Switched Telephone Lines — *H. Marko; H. Aulhon.*

Electrical Communication, 1962, vol. 37, n.º 3, pág. 238-251.

C. D. U. 621.391

Data transmission — *R. H Franklin; J. Rhodes.*

Journal of I. E. E, 2-962, vol. 8, n.º 87, pág. 82-85.

C. D. U. 621.391.62:621.396

FSE 30 Telegraph Receiver Adapter for Shortwave Radio Circuits — *Ernst Fuchs.*

Siemens Review, 1962, vol. XXIX, n.º 2, pág. 44-49.

C. D. U. 621.395.34.01

Estudos sobre tráfego telefónico — *F. G. Lavrador.*

Electricidade, 10-12-962, vol. 24, pág. 338-343.

C. D. U. 621.396.61

Transmitter Technique for Shore Radio Stations — *Galwlick, Verner.*

Siemens Review, 11-961, vol. XXVIII, n.º 11, pág. 380-384.

C. D. U. 621.397.3

Realizations ACEC en télévision utilitaire — *I. Dujardin.*

ACEC, 1962, n.º 1, pág. 2-20.

C. D. U. 621.398 : 656.257

Temporary and Alternate Reverse Running with Track Diagram Interlocking Plants — *H. Herrmann.*

SEL-Nachr. 8 (1960), n.º 3, pág. 124-127.

C. D. U. 621.54.002.71 : 655.5

Installations de poste pneumatique des établissements Neckermann — *Georg Tischer.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 354-356, 4 fig., bibliog.

C. D. U. 621.57.049.2

Colunas de rectificação — *Warteuweiler.*

Suíça-Técnica, 1961, vol. 1, pág. 26-28.

C. D. U. 621.65/.69-83

Le réglage sans pertes de la vitesse d'entrainement des pompes, à l'aide de groupes Scherbius — *Rauhut P.*

Rev. Brown Boveri, t.47 (1960), n.º 12, pág. 845-859; 19 fig., 2 tab., 6 ref. bibliog.

C. D. U. 621.77-42

Hot-formed Coil Spring Manufacture — *R. Haynes.*

Metallurgia, 7-960, vol. 62, n.º 369, pág. 21-28.

C. D. U. 621.785.545.45

A New Multi-purpose Induction Herdening Machine — *Peter Wiehn.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 235-238, 3 figs.

C. D. U. 621.791.7

Hardfacing by means of arc welding — *I. A. N. Clever.*

Sience and Industry, 1-960, vol. 7, n.º 1, pág. 8-12

C. D. U. 621.833.3

Engrenages Hélicoidaux — *C. Macabrey.*

Mécanique-Électricité, 11-962, vol. 46, n.º 160, pág. 59-63

C. D. U. 621.874

Overhead cranes for an iron store — *Sahlberg, Å.*

Asea Journal 34 (1961):12, pág. 225-228.

C. D. U. 621.9

Normas de verificacion de maquinas-fierramientas — *E. Sotomayor.*

Dyna, 1-960, vol. 35, n.º 1, pág. 1-56.

C. D. U. 622.323

Los taninos en las perforaciones petroliferas — *N. B. Arbussá.*

Ion, 5-962, vol. 22, n.º 250, pág. 283-295.

C. D. U. 624.014 (510)

La construction métallique en Chine — *F. Faltus.*

Acier-Stahl-Steel, 1961, n.º 4, pág. 169-172

C. D. U. 624.016.7 : 725.38

Ossature métallique du Garage Paoluzzo à Bienne-Nidau (Suisse) — *Alfred Boon.*

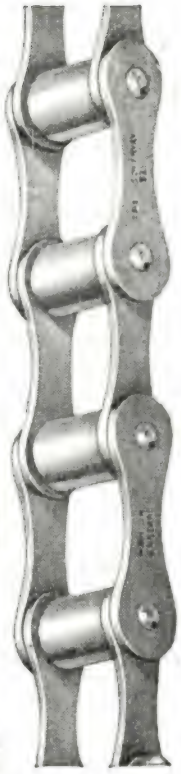
Acier-Stahl-Steel, 1961, n.º 4, pág. 173-177.

RENOLD

a maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão oferece —

40

correntes e adaptações do grupo THE COVENTRY Mark 5 (série substituta da corrente maleável) para transmissões lentas e transporte de pequenas cargas em condições rudes



HARKER, SUMNER & Ca. Lda.

PORTO — 33 Rua do Crouto, 46

LISBOA — 14 Largo do Corpo Santo, 18

RENOLD CHAINS LIMITED · MANCHESTER

REPRESENTANTES EM TODO O MUNDO

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

Cauchu de Silicone vulcanizável a frio

Protege elementos eléctricos da humidade, correntes rastejantes e abalos.

A gravura mostra um comutador de ligação, cujos diferentes elementos à esquerda estão completamente revestidos e à direita apenas isolados.

O Cauchu de Silicone vulcanizável a frio é preparado em diferentes viscosidades e adquire propriedades elásticas depois da adição de um endurecedor à temperatura ambiente. Deixa-se trabalhar fàcilmente e pode ser aplicado por imersão, moldagem ou por meio de uma pistola.

O Cauchu de Silicone vulcanizável a frio é resistente contra o ozônio, corona, oxidação e influências atmosféricas.

As suas propriedades físicas são:

- Resistência a temperaturas de: -60° até $+200^{\circ}$ C
- Resistividade: $2 \cdot 10^{13}$ até $5 \cdot 10^{14}$ Ohm · cm
- Constante dieléctrica: 2,3 até 3,3
- Resistência dieléctrica: superior a 15 kV/mm
- Condutibilidade térmica: $8 \cdot 10^{-4}$ cal · cm^{-1} · $^{\circ}C^{-1}$ · seg^{-1}

WACKER-CHEMIE GMBH

München 22, Alemanha

WACKER

Informações pormenorizadas e folhetos são fornecidos pela nossa representada

QUIMICA HOECHST, LIMITADA

Rua Sá da Bandeira, 651-1º · Porto

S 5862

C. D. U. 624.131.439.82

Ajustamiento a solos portugueses de um método rápido para a determinação do limite de liquidez — *V. Penalva Esteves.*

Memória 158 LNEC, 1961, pág. 9.

C. D. U. 624.131.5 : 539.5

Reologia de solos não saturados — *José B. Folque.*

Memória, n.º 176, LNEC, 1961, pág. 206.

C. D. U. 624.21.04.001.57

Contributii la calculul Flanselor — *Mihail Renert, Matty Blumenfeld.*

Buletinul I. P. B, 1960, vol. XXII, n.º 3, pág. 73-86.

C. D. U. 624.27

Le viaduc Coretta sur l'Autoroute du Soleil (Italie) — *F. de Miranda.*

Acier — Stahl — Steel, 1960, n.º 12, pág. 538-544.

C. D. U. 624.28

A ponte de Tancenville — *Marcel Nuet.*

Binário, 5-960, n.º 20, pág 157-163.

C. D. U. 624.6

Le pont Paulo Afonso sur le São Francisco (Brésil) — *R. Alexandre.*

Acier — Stahl — Steel, 1960, n.º 5, pág 205-212.

C. D. U. 624.5.04

Dynamische stabilität der Hängebrücken zur überführung von gasrohrleitungen über flüsse — *G. Buzdugan, M. Sarian, R. Voinea.*

Buletinul I P.B, 1/3-961, vol XXIII, n.º I, pág. 107-134.

C. D. U. 625.03

The Adhesion Problem in Railway Traction — A Statistical Approach — *Stig Johnsson.*

Asea Research, 1960, n.º 4, pág. 47-72.

C. D. U. 625.282

Modernizarea Locomotivei D² Constructie C. M. Resita — *Ion Zaganescu.*

Buletinul I.P.B., 1960, vol. XXII, n.º 3, pág. 169-189.

C. D. U. 628.9 : 629.123

Ship Lighting — *J. T. Grundy.*

AEI Engineering, 7/8-962, vol. 2, n.º 4, pág. 196-201.

C. D. U. 629.124.7 : 627.73

The ice-breaker Oden — *Wahlsten, G.-A.*

Asea Journal 32 (1959):6, pág 80-86.

C. D. U. 632.951.2

Los modernos insecticidas. Identificación toxicológica por cromatografía de los insecticidas fosforados — *M. de J. R. Jiménez.*

Ion, 7-962, vol. 22, n.º 252, pág. 427-429.

C. D. U. 637.133

La leche uperizada — *Cesar L. G. Fernandes* e *Luis M. G Calvo.*

Revista Industrial y Fabril, vol. 13.º-8.º, n.º 143, pág. 450-452.

C. D. U. 645.924 3

Intrusion Detection by Electromagnetic Fields — *Sven Wirén.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 341-344, 3 figs.

C. D. U. 66.074

Filtros metálicos de estructura celular como medio moderno para eliminar los arrastres de líquidos en las industrias química e petrolífera — *B. Mondello.*

Ion, 10-961, vol. 21, n.º 243, pág. 575-576.

C. D. U. 666.942 : 541.451

La solubilidade de los álcalis del cemento Portland — *J. M. F. Paris.*

Ion, 6-962, vol. 22, n.º 261, pág. 347-357.

C. D. U. 669.14 018.252

How are we to get more from our steels — *G. O. H. Sjogren.*

Metallurgia, 5-961, vol. 63, n.º 379, pág. 217-220.

C. D. U. 669.18

Procedimiento L D de fabricación de acero — *J. M. Palacios Reparaz.*

Dyna, 5-1962, vol. XXXVII, n.º 5, pág. 257-268.

C. D. U. 669 24.018.2 — 416

Propriétés des couches minces de nickel et alliages de nickel — *Guy Goureaux.*

Revue du nickel, 7-8-962, vol. 28, n.º 4, pág. 93-100.

C. D. U. 671.16 : 548.5

La synthése et les utilisations de pierres précieuses artificielles — *E. A. D. Wuite.*

Endeavour, 4-962, vol. XXI, n.º 82, pág. 73-84.

C. D. U. 674.04

La duración de las maderas sumergidas en el mar y el aumento de su resistência por conservantes — *Gustavo K. Koeller.*

Dyna, 12-961, vol. XXXVI, n.º 12, pág. 801-822.

C. D. U. 678.02 : 66.095.2

Du Petrole aux Plastiques — *M. Moulin.*

Industrie des plastiques modernes, 10-960, vol. 12, n.° 8, pág. 4-20.

C. D. U. 678.06 : 629.13

Les Matières plastiques dans l'aéronautique — *R. Malitte et P. Costiou.*

Industrie des plastiques modernes, 3-963, vol. 15, n.° 2, pág. 35-39.

C. D. U. 674.83 : 54

Algumas reflexões sobre a investigação química da cortiça — *J. da Silva Carvalho.*

Junta Nacional da Cortiça, 11-962, vol. 24, n.° 289, pág. 247-250.

Nota — Ver n.°s anteriores desta revista.

C. D. U. 676.2.052-83 : 621-531.6

Le réglage de la vitesse de fabrication des machines à papier — *R. Vendt.*

Revue Brown Boveri, 1960, vol. 47, n.° 8, pág 478-489.

C. D. U. 677.12

Le Chanvre

Les cahiers CIBA, 1962, n.° 5, pág, 48.

C. D. U. 678.003 (4)

Les plastiques en Europe — *Extracto duma publicação da O. C. D. E..*

Industrie des plastiques modernes, 4-963, vol. 15, n.° 3, pág. 30-40.

A indústria dos plásticos na Europa sobre os aspectos económicos; evolução da produção dos principais produtos orgânicos para plásticos e sua utilização. Quadros relativos a importação e exportação de matérias plásticas nos diversos países.

C. D. U. 678.01 : 539.62

Le Frottement des matières plastiques — Etude bibliographique — *J. Massot.*

Industrie des plastiques modernes, 12-961, vol. 13, n.° 10, pág. 49-53; 1/2-962, vol. 14, n.° 1, pág. 19-29; 3-962, vol. 14, n.° 2, pág. 30-48; 4-962, vol. 14, n.° 3, pág. 39-48.

C. D. U. 678.01 : 539.217 [661.9.93] (669.9)

Une methode simple de determination de la permeabilité a l'oxygéne de certains filmes plastiques — *R. Hebert.*

Industrie des plastiques modernes, 6-962, vol. 14, n.° 5, pág. 40-42.

C. D. U. 678.01 : 545.822

La spectrographe infra-rouge par reflexion — Application aux polyméres — *J. Henniker.*

Industrie des plastiques modernes, 7-960, vol. 12, n.° 6, pág. 30-32.

C. D. U. 678.017 : 658.562 (43-15)

Controle de qualité en Allemagne des poudres à mouler et des pièces finies — *E. Römer.*

Industrie des plastiques modernes, 12-961, vol. 13, n.° 10, pág. 25-28.

C. D. U. 678.025

Propreté et coloration a sec — *P. Lambert.*

Industrie des plastiques modernes, 3-962, vol. 14, n.° 2, pág. 41-44.

C. D. U. 678.026.2

La projection simultanée de fibres et resines — *C. Malan.*

Industrie des plastiques modernes, 10-960, vol. 12, n.° 8, pág. 49-52.

C. D. U. 678.06 : 621-758 3

L'emploi des matières plastiques dans l'isolation des chambres froides — *M. B. Tiersonnier.*

Industrie des plastiques modernes, 6-962, vol. 14, n.° 5, pág. 25-26.

Indica a importância das matérias plásticas no isolamento de câmaras frigoríficas como complemento às matérias usualmente aplicadas.

C. D. U. 678.06 : 626/627.005

L'utilization des matières plastiques dans les équipeménts d'hidraulique agricole — *M. A. Darlot.*

Industrie des plastiques modernes, 6-962, vol. 14, n.° 5, pág 18-19.

C. D. U. 678.074 : 66

Les elastomères dans l'industrie chimique.

Industrie des plastiques modernes, 1/2-963, vol. 15, n.° 1, pág. 13-16.

C. D. U. 678.06 : 629.112

Les plastiques dans les voitures américanes — *J. D. Youwg.*

Industrie des plastiques modernes, 1/2-962, vol. 14, n.° 1, pág. 13-18.

C. D. U. 678.067.009

Le problème de l'ETIQUETAGE des articles plastiques d'utilization courante dans le cadre du marché commun — *J. P. Burin.*

Industrie des plastiques modernes, 8/9-960, vol. 12, n.° 7, pág. 16-20.

C. D. U. 678.544.4.027.74 + 678.544.64.027.74

Quelques problémes techniques à propos de canal et de seul d'INJECTION pour les pièces moulées en acétate et acétobutyrate de cellulose — *Ing. Lothar Hille.*

Industrie des plastiques modernes, 12-961, vol. 13, n.° 10, pág. 29-41.

PINÇAS FERRANTI

PINÇAS VOLT — AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS, S. A. R. L.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL
AVENIDA DA LIBERDADE, 29-41 — LISBOA
160, RUA STA. CATARINA, 168 — PORTO

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

VOL. XXV

N.os 321 A 330

OUTUBRO DE 1962 A JULHO DE 1963

Índice por assuntos dos artigos publicados

CIÊNCIAS SOCIAIS

Artigo — N.º — Data — Pág.

C. D. U. 159.955 : 167

Metalógica da decisão 324 1-63 239
A. Gouvêa Portela

Ensino

C. D. U. 378.1 (469) 378.962 (469)

A reforma do ensino da Engenharia 323 12-63 155
Manuel Rocha

C. D. U. 378.129.4

Saudação 325 2-63 299
J. N. Ferreira Dias J.or

C. D. U. 378.144

A política dum decreto 323 12-62 195
Daniel Barbosa

C. D. U. 378.144 : 62 : 338.984

Política de fomento e ensino de engenharia 322 4-63 441
Domingos Moura

C. D. U. 378.144 : 629.13

Cursos de Engenharia Aeronáutica 329 6-63 617
A. Varela Cid

C. D. U. 378.245

A propósito do primeiro doutoramento no Instituto S. Técnico . . 322 11-62 73
Noémio M. Marques

CIÊNCIAS PURAS

Matemática

C. D. U. 512.932 : 516

Matrizes e tensores em geometria analítica de R^3 . . . . . 321 10-62 9
F. R. Dias Agudo

C. D. U. 517.513 : 512.831

Formas Matriciais em Problemas de Extremos 325 2-63 301
A. Gouvêa Portela

Artigo — N.º — Data — Pág.

C. D. U. 517.514.2 : 536.7

Problema de Extremos 328 5-63 519
A. Gouvêa Portela

Física

C. D. U. 532.517.2

Movimento lamelar dum líquido viscoso em regime não permanente 330 7-63 707
Frederico Machado

C. D. U. 532.524.8

Medições de pressão em condutas forçadas 327 4-63 515
N. Martins

C. D. U. 532.55: 532.542.8

Perdas de carga contínuas — Rugosidade de túneis revestidos e não revestidos 322 11-62 105
A. Quintela

C. D. U. 534.112.001.2

Dimensionamento de um oscilador mecânico de alta frequência por corda vibrante 324 1-63 275
J. Neves da Silva

C. D. U. 536.21.001

Condução do calor em sólidos em regime variável 325 2 63 309
J. J. Delgado Domingos

C. D. U. 536.212

Resolução dum problema de condução de calor em regime não permanente em cilindros concêntricos 326 3-63 409
A. F. de Oliveira Falcão

C. D. U. 536.46 : 546.25
546.25 : 536.46

Combustão do carbono em leito fixo 321 10-62 33
J. J. Delgado Domingos

C. D. U. 537.311.33 : 621.375.4

Estudo da junção P-N — Regime electrostático 329 6-63 669
J. Artur da Costa Cabral

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 539.42.011.25
624.042.014.2

Princípios do cálculo à rotura em materiais homogêneos — metais dúcteis 324 1-63 281
A. Ravara

Química

C. D. U. 541.13.001

Convenções de sinal em electroquímica — Potenciais de eléctrodo . . 329 6-63 665
C. A. C. Ramalho Carlos

C. D. U. 543.21.061

Sobre o uso de sequestrantes nas separações por precipitação 324 1-63 265
J. J. Fraústo da Silva e *J. Gonçalves Calado*

C. D. U. 543.41

Análise Química por Fotometria de Chama 326 3-63 419
A. Tavares da Silva

C. D. U. 543.53

Utilização de um espectómetro γ de um canal na análise quantitativa de misturas de emissores γ 322 11-62 125
C. Lloyd Braga e *J. Lopes da Silva*

Geologia

C. D. U. 551.444.5 : 551.491.78

Casos de aplicação da Espeleologia ao estudo de águas subterrâneas e a problemas de Engenharia . . . 323 12-62 213
Vasco Mendes de Sousa

C. D. U. 553.76 (469)

Água Fortemente Radioactiva do Sul de Portugal Continental 325 2-63 307
A. Herculano de Carvalho e *C. Moura Pulido*

ENGENHARIA

Mecânica e Electrotécnica

C. D. U. 621-2 : 534.1

Os métodos de impedância mecânica e a sua aplicação na resolução de problemas de vibrações de órgãos máquinas 323 12-62 201
Luciano Faria

C. D. U. 621.376.3 : 621.004·6/7:519.2

Previsão estatística das avarias de máquinas 329 6-63 627
F. Almeida e Castro

C. D. U. 621.313.013.001

Aplicação do método das analogias eléctricas ao estudo de alguns problemas relativos ao campo magnético das máquinas eléctricas . . . 326 3-63 385
327 4-63 463
328 5-63 561
329 6-63 637
330 7-63 712
C. de Medeiros Portela

C. D. U. 621.313.322-81 : 621.316.717

Arranque síncrono de turbo-alternadores — A. Estrutura Teórica e sua aplicação 327 4-63 445
C. Ferrer Moncada

C. D. U. 621.313.332-81 : 621.316.717
: 621-317.357

Arranque síncrono de turbo-alternadores—B. Apresentação e apreciação de oscilogramas 328 5-63 539
C. Ferrer Moncada

C. D. U. 621.38/39.001

A Evolução da Electrónica e das suas aplicações 326 3-63 377
A. A. Carvalho Fernandes

C. D. U. 621.385.3

A relação entre a corrente de emissão e as tensões aplicadas nos tubos electrónicos de vazio com uma ou mais grelhas 321 10-62 13
J. F. Borges da Silva

C. D. U. 621.39 : 517.56

Introdução aos Processos Estocásticos 325 2-63 349
A. Gomes Cerveira

C. D.U. 621.39.004

Projecção das Telecomunicações no domínio da Engenharia 321 10-62 1
M. J. Abreu Faro

C. D. U. 621.391

Teoria da informação — Sistemas discretos 322 11-62 77
M. J. Abreu Faro

C. D. U. 621.436.011

Estudo dinâmico dum motor Diesel V-12 . . . . . 330 6-63 767
José Alberto da Silva, Leonidio José da Costa e *Luís Augusto Simões Pereira*

Exploração de Minas

C. D. U. 622.731

Um Princípio de Sobreposição — A expressão geral da energia de fragmentação 324 1-63 243
J. Quintino Rogado

Civil

C. D. U. 624.042 : 624.023.93

Vigas parcialmente encastradas nos apoios 328 5-63 613
J. S. Brasão Farinha

C. D. U. 624.042 : 624.073

A propósito do artigo «Cargas transmitidas pelas lajes armadas em cruz às vigas que as suportam» 326 3-63 439
C. E. de Barros Vidal

Artigo	N.º	Data	Pag.
C. D. U. 624.042 : 624.073			
Cargas transmitidas pelas lajes armadas em cruz às vigas que as suportam . . . . . *F. J. Silva de Mendonça*	324	1-63	293
C. D. U. 624.042.7			
Considerações acerca dos métodos de dimensionamento de estruturas anti-sísmicas . . . . . *J. M. Madeira Costa*	321	10-62	61
C. D. U. 624.138			
Notas Sobre a Estabilização de Solos *Ulpio Nascimento*	325	2-63	323
C. D. U. 627.88/84 627.47 : 627.8			
O Equipamento Hidromecânico de Cambembe . . . . . *A. Sarmento*	328	5-63	593
C. D. U. 627.341			
Duques de Alba pré-esforçados . . *F. Vasco Costa*	323	1962	211
C. D. U. 628.971 : 625.8			
Os pavimentos rodoviários e a visibilidade nocturna . . . . . *Joaquim C. Santos Vizeu*	330	7-63	757

Artigo	N.º	Data	Pág.
C. D. U. 663.63			
Indústria Química			
Aspectos recentes do problema da potabilização das águas salobras e da água do mar . . . . . *M. Farinha Portela*	322	11-62	129
C. D. U. 669...8 669.586 : 669.386			
Estudo dos métodos de avaliação de revestimentos metálicos de protecção . . . . . *A. Valeriana* e *P. Reis dos Santos*	321 322 323	1-62 11-62 12-62	45 135 221
Materiais e Processos de Construção			
C. D. U. 691.327 : 539.4.011.25			
Correlação entre as tensões de rotura de argamassas e betões de cimento Portland normal . . . . . *F. F. Guedes Soares*	327	4-63	495
C. D. U. 676.1.02			
C. D. U. 691.328 : 539.37			
Reflexões sobre a fissuração e deformação no betão armado . . . . . *L. Arouca* e *A. Mexia Heitor*	326	3-63	431
C. D. U. 699.841.042.7 624.042.7			
Fenómenos Plásticos nas Vibrações Sísmicas . . . . . *F. Machado*	326	3-63	431

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUBESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

isoladores de baixa tensão
pequeno aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
tubo plástico "Polirgil" para direcção de condutores
material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DÁRIO VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FÁBRICA-CANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61-I

NOVA MARS-500

A CANETA DE DESENHO PARA TINTA DA CHINA COMO O PRÁTICO A DESEJA

As vantagens visíveis:

1 **Sinalização clara à primeira vista da espessura do traço no topo da carapuça e na ponta do desenho**

2 **Máximo comprimento util das pontas de desenho**

5 mm para traços de 0,4 a 1 mm
2 mm para traços de 0,3 mm
1 mm para traços de 0,2 mm

3 **Pontas de desenho fáceis de cambiar com anilha de segurança contra a perda do estilete**

4 **Depósito transparente**

5 **Boa visibilidade na régua e evidentemente um acabamento impecável, enchimento e limpeza fáceis, grande duração Para 7 espessuras de traço**

vermelho	azul	verde	amarelo
0,2	0,3	0,4	0,5
branco	cinzento	preto	
0,6	0,7	1,0 mm	

À venda nas boas Papelarias

Prospecto detalhado também sobre minas e lapiseiras Mars Lumograph pelo representante em Portugal Walter Schmidt
Rua Fialho de Almeida, 40-A — Lisboa — Telef. 5:074

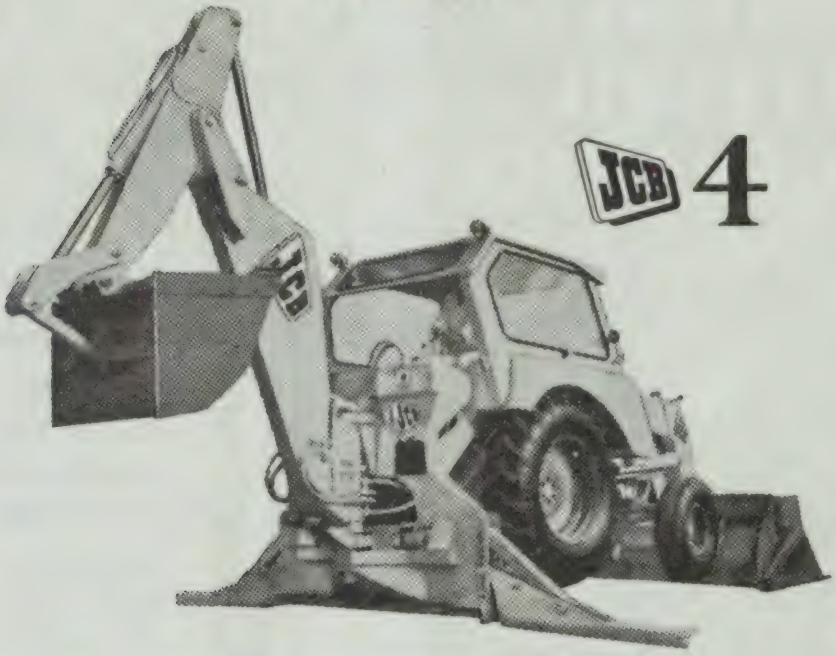
1555

STAEDTLER

RETRO-ESCAVADORA E CARREGADOR FRONTAL

J. C. BAMFORD

MODELO JCB - 4



PARA ENTREGA IMEDIATA

★ ***MOTOR:*** *DIESEL «FORDSON MAJOR» DE 51,8 H.P. A 1600 rot/min*
★ ***PESO TOTAL:*** *7150 kg*

RETRO-ESCAVADORA:

★ ***PROFUNDIDADE DE ESCAVAÇÃO*** *— 3960 mm*
★ ***ALCANCE*** *— 5790 mm*
★ ***ALTURA DE DESCARGA*** *— 3200 mm*
★ ***CAPACIDADE*** *— 77 jardas cúbicas/hora*
★ ***BALDES*** *DE 195 A 605 LITROS*

CARREGADOR FRONTAL:

★ ***CAPACIDADE DE ELEVAÇÃO DE CARGA*** *— 2032 kg*
★ ***ALTURA MÁXIMA DE ESVAZIAMENTO*** *— 2896 mm*
★ ***ALCANCE*** *— 1067 mm*
★ ***BALDES*** *DE 481 A 1146 LITROS*
★ ***LÂMINA «BULLDOZER»*** *A MONTAR NO BALDE NORMAL*

Representantes exclusivos para Portugal e Ultramar

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Rua Cascais, 47 (Alcântara)

LISBOA

LUANDA **PORTO** **LOURENÇO MARQUES**

casa sem GAZCIDLA
é como casa sem telhado
falta-lhe tudo.
GABRIEL FERRÃO-61
Projecte melhor
Projecte com GAZCIDLA

SONDAGENS E FUNDAÇÕES
A. CAVACO LDA.

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA 62 R/C • LISBOA
TELEF. 53873-45451-57751-59562

As janelas de lâminas articuladas

NACO SUN SASH (R)

São preferidas pelos Arquitectos, Construtores e Mestres de Obras em mais de 100 Países do Mundo inteiro... pelas inúmeras vantagens que oferecem, tais como: **Perfeita ventilação mesmo quando chove e... 100 % de luz – Construção sólida – Vedação às intempéries – Fácil limpeza – Visibilidade absoluta – Silenciosas, etc. – Indicadas para Hospitais, Fábricas, Escolas, Escritórios, Habitações, etc.**

(R) MARCA REGISTADA

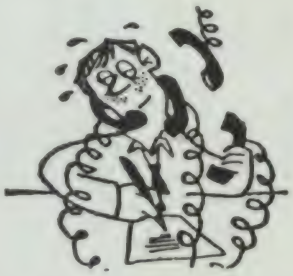
Peçam folhetos ilustrados e demonstrações gratuitas aos

Representantes Exclusivos

ecomar

empresa comercial do ultramar, Lda.

R. de S. Julião, 62-2.º - Telefs. 327918 - 320174 - Lisboa



Pode ser assim ou pode ser com um intercomunicador

CENTRUM

Centrum electronic

LEOPOLD SHIROI

Lisboa: Rua Marquês Sá da Bandeira, 14-A
Porto: Rua de Santo António, 176-1.º

SONDAGENS RÓDIO, L.DA
LISBOA
RUA DE S BENTO, 644-3.º
Telefones: 867165/6/7 ✦ Telegramas: SETANSOL

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

Polyken®

EXPERIENCED IN MODERN PROTECTIVE COATING

moderno revestimento anticorrosivo

para todos os diametros de tubagem

213

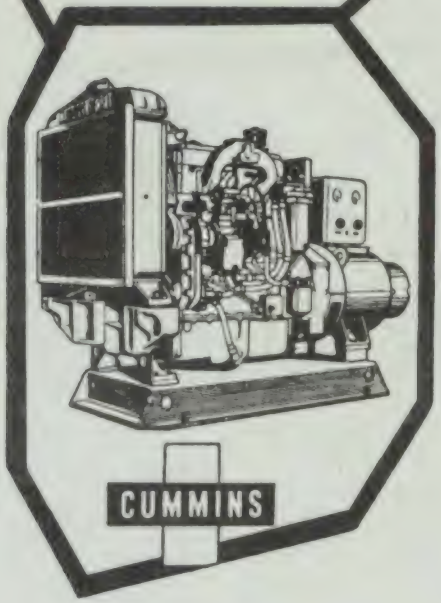
Representantes:

SOC. COMERCIAL LUSO ITALIANA. LDA

Av. Fontes Pereira de Melo
15-2º Lisboa telef. 538980 538989

Geradores Cummins Diesel

30 KW a 300 KW



LEVE COMPACTO PORTÁTIL

Os Geradores Cummins são empregados para serviços de emergência em hospitais, sistemas de comunicações, fábricas, escritórios, unidades móveis, escolas e aeroportos. Os geradores de corrente Cummins Diesel são seguríssimos... construídos para entrar imediatamente em funcionamento e fornecer energia, ininterruptamente, durante o tempo que for necessário. A comprovada superioridade da concepção Cummins de 4 ciclos tem como resultado uma vida mais longa para a Máquina, menor custo de manutenção e interpermutação de peças. O Cummins PT Fuel System (Sistema PT Cummins de Combustível) e a câmara de combustão de tipo aberto combinam-se para misturar completamente combustível e ar — assegurando uma combustão total e baixo consumo de óleo.

QUALIDADE + PEÇAS + ASSISTÊNCIA TÉCNICA

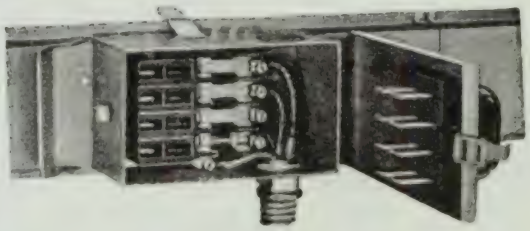
Representantes Exclusivos:

ELECTRO CENTRAL VULCANIZADORA, L.DA

LISBOA — AV. 24 DE JULHO, 60-G // PORTO — P. D. JOÃO I, 28

TELEFONE 66 11 76 // TELEFONE 2 30 22

CANALIS CANALIZAÇÕES ELÉCTRICAS PRÉ-FABRICADAS



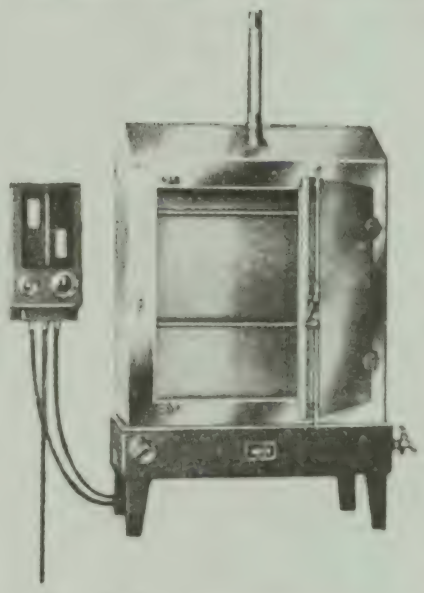
— Monta-se e desmonta-se fàcilmente.
— Com os seus «coffrets», obtêm-se instantâneamente derivações, sob tensão, em cada 25 cm da linha.
— Transforma-se, completa-se e recupera-se em qualquer momento.
— Reduz o tempo de estudo das instalações.
— Feito em material incombustível, resiste
— ao fogo, ao calor, à humidade e não envelhece.
— Oferece uma segurança total e um comportamento excepcional aos curto-circuitos.

TELEMEC

RUA D. ESTEFÂNIA 92-A TELEFS. 5 14 86 - 53 73 29 LISBOA

ELEKTRO HELIOS

ESTUFAS SUECAS DE ALTA QUALIDADE PARA



- Secagem
- Vácuo
- Esterilização
- Incubação
- Humidificação

Entregas imediatas nos

Representantes exclusivos:

MONTERROSO & C.ª, L.DA

Porto
R. do Campo Alegre, 606
Telef. 6 48 95

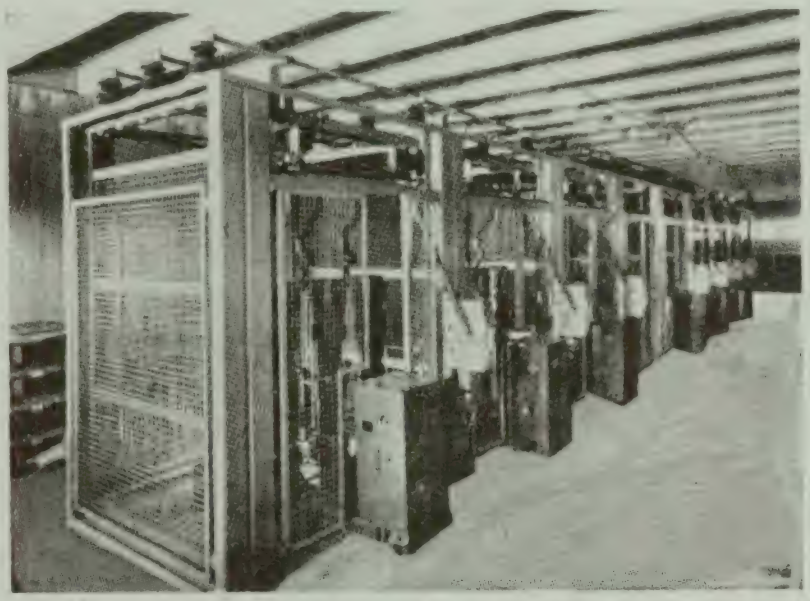
Lisboa
Av. Miguel Bombarda, 59-B
Telef. 55 36 76

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651-4.º
Tel. 2 70 13

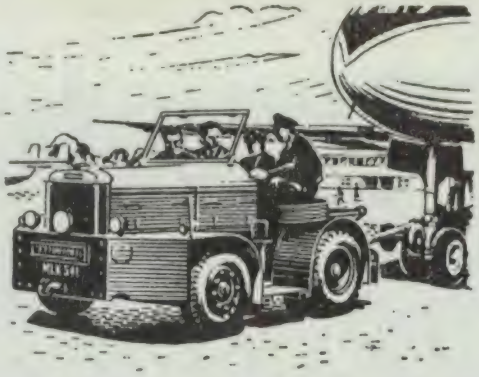
Lisboa
R. de Gonçalves Crespo, 33-3.º
Tel. 5 27 41



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

- Centrais
- Subestações
- Postos de Transformação
- Fábricas
- Edifícios públicos
- Blocos residenciais



MERCURY

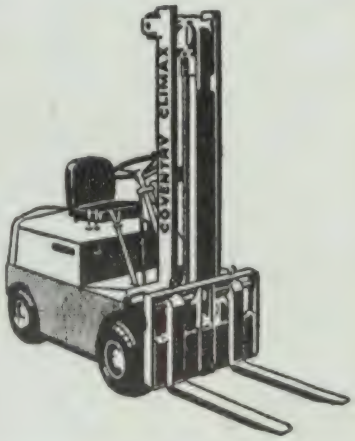
TRACTORES INDUSTRIAIS

Capacidades de reboque
até 300 Ton

COLES

GUINDASTES MÓVEIS

Capacidades até 60 Ton



Coventry Climax

EMPILHADORES

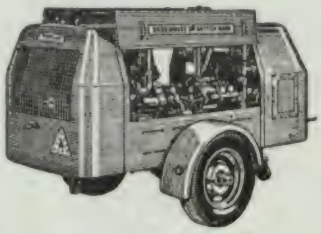
ELÉCTRICOS DIESEL GASOLINA

Capacidades até 3 Ton

"BROOMWADE"

COMPRESSORES

PORTÁTEIS E FIXOS
ROTATIVOS E ALTERNATIVOS
E FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS



GUEDES & ALMEIDA, LDA. • R. S. Nicolau, 71-4.º – Tel. 32 50 89 • LISBOA 2

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

AUTOMÓVEIS

— **Austin — J. J. Gonçalves, Sucr.**
Lisboa — Porto — Évora — Braga — Santarém

— **Metalúrgica Duarte Ferreira**
Divisão Berliet — Rua Tomás Ribeiro, 50-A — Lisboa

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Agro-Mecânica**
R. Rodrigo da Fonseca — Lisboa

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Construções Técnicas, Ld.ª**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, Lote 3, 5.º D. — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **SMEIA**
Av. Padre Manuel da Nobrega, 8-B-1.º

— **Monteiro Gomes, Ld.ª**
Rua Cascais, 47 (Alcântara).

ESTORES

— **NACO SUN SASH**

— **ECOMAR**
R. de S. Julião, 62-2.º

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Empresa de Sondagem e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª.**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Anselmo de Matos**
Av. Almirante de Reis, 179, r/c — Lisboa 1 — Telef. 4 64 39.

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

— **Orlando Fernandes**
Rua Palmira, 46-A-B-C — Lisboa 1 — Tel. 83 01 63 e 84 26 39.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Emílio de Azevedo Campos, Ld.ª — Kern**
R. Antero de Quental, 17

— **Pimentel & Casquilho**
R. Jardim do Regedor, 24, 2.º
Lisboa-2 — Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO TERMICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

MOBILIÁRO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
R. de S. Mamede ao Caldas, 22-3.º — Lisboa — Tel. 85 71 65/7.

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

— **Construções Metalo-mecânica MAGUE, Ld.ª** — Alverca

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

— **Von Roll — Representante Socotel**
R. Sá da Bandeira, 651-4.º — Lisboa

EDIÇÕES TÉCNICAS

— **Revista TÉCNICA**
Av. Rovisco Pais.

EQUIPAMENTO ELÉCTRICO

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **EFACEC — Empresa Fabril de Máquinas Eléctricas**
S. Mamede de Infesta.

— **General Electric**
R. do Norte, 5 — Lisboa

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Philips Portuguesa**
R. Joaquim António Augusto de Aguiar, 66 — Lisboa.

— **Siemens — Comp. de Electricidade, SARL**
Lisboa — Av. Almirante Reis, 65
Porto — R. das Carmelitas, 12.

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld.ª — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **Telemec**
R. D. Estefânia, 92-A — Lisboa

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Electrotécnicos Reunidos, Ld.ª**
Lisboa

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

TELECOMUNICAÇÕES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18.

— **General Electric**
R. do Norte, 5 — Lisboa

— **Leopoldo Shiroi**
R. Marquês Sá da Bandeira, 14-A — Lisboa
R. Santo António, 176-1.º — Porto

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

APARELHOS DE ELEVAÇÃO

— **Demag — Soc. Romar**
Rua da Boa Vista — Lisboa

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.º-Tel. 73 53 07-Lisboa 1

— **Vasco Pessoa, Lda.**
Rua da Boa Vista, 63 — Lisboa 2

CORRENTES

— **Auto Lusitânia**
Avenida da Liberdade, 75-77 — Lisboa

— **RENOLD**
Harker, Sumner & C.ª, Ld.ª
Largo do Corpo Santo, 14-18 — Lisboa.
Rua de Ceuta, 38-48 — Porto.

ESTUFAS

— **Monterroso & C.ª, Ld.ª — Electro-Helios**
R. do Campo Alegre, 606 — Porto
Av. Miguel Bombarda, 59-B — Lisboa

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Georges Fischer — Soc. An. — Suíça — Representante Soc. Romar**
R. da Boa Vista — Lisboa

— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

MOTORES INDUSTRIAIS

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de Santa Catarina, 168 — Porto.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

BORRACHAS

— **Quimicor**
R. Sociedade Farmaceutica, 3 — Lisboa.

EQUIPAMENTO

— **Filtros Filfro, Ld.ª**
R. Capitão Filipe de Sousa, 128, Caldas da Rainha.

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar — Tel. 93

GÁS INDUSTRIAL

— **Propocilda — Cidla**

LUBRIFICANTES

— **B. P.**
— **Mobil Oil**
— **Silicones-Wacker-Chemie-G. M. B. H. Química Holchst**
Av. Duque de Ávila, 169-1.º — Lisboa.
— **SONAP**

REVESTIMENTOS

— **Crosslite — Sidral**
Calçada de Monchique, 3 — Porto

— **NEODON — Agência Comercial, Limitada**
Travessa do Loureiro, 3 — Lisboa — Tel. 4 90 54

— **POLYKEN — Sociedade Comercial Luso-Italiana, Lda.**
Avenida Fontes Pereira de Melo, 15-2.º — Tel. 53 89 80 e 53 89 89

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Pimentel & Casquilho, Ld.ª**
Rua do Jardim do Regedor, 24, 2.º — Lisboa
Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Hidrel — Técnica de Hidráulica e Electricidade**
Rua do Alecrim, 47-B — Lisboa

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 47964 - 4 79 93 - 4 79 97.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 66

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Companhia Portuguesa de Fornos Electricos**
L. S. Carlos, 4-2.º

— **SOABAL — Sociedade de Aços para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

— **Virbar — Soc. Com. Romar**

— **Sociedade Comercial Romar, Lda.**
Rua da Boa Vista, 83, 1.º D. — Lisboa

BETÃO ARMADO

— **SOABAL — Sociedade de Aço para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

— **Virbar — Soc. Com. Romar**
R. da Boa Vista, 83-1.º — Lisboa

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 — Lisboa 2 — Tel. 32 82 01/2/3.

MATERIAL DE ESCRITÓRIO

— **J. S. Staedler**
W. Schmidt — R. Fialho de Almeida, 40-A
Tel. 5 10 74 — Lisboa

— **The Modern Office**
R. do Alecrim, 107 — Tel. 32 34 65 — Lisboa

MOTORES DIESEL

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de S. Catarina, 168 — Porto

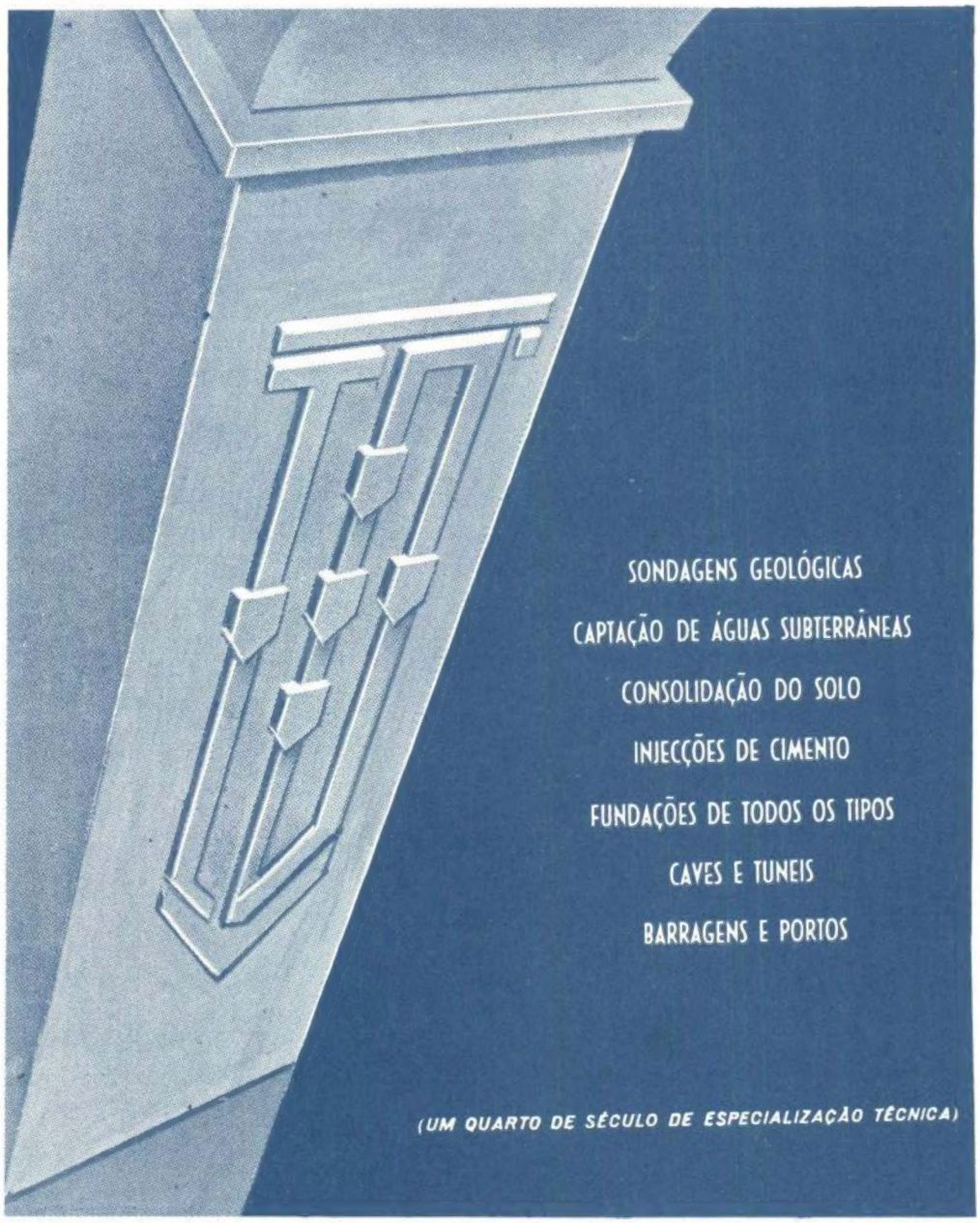
— **Cumings — Electro Vulcanizadora, Ld.ª**
Avenida 24 de Julho, 6 — Lisboa
Praça D. João I, 28 — Porto

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

LISBOA



Fotogravura
Armeis & Moreno, Lda.

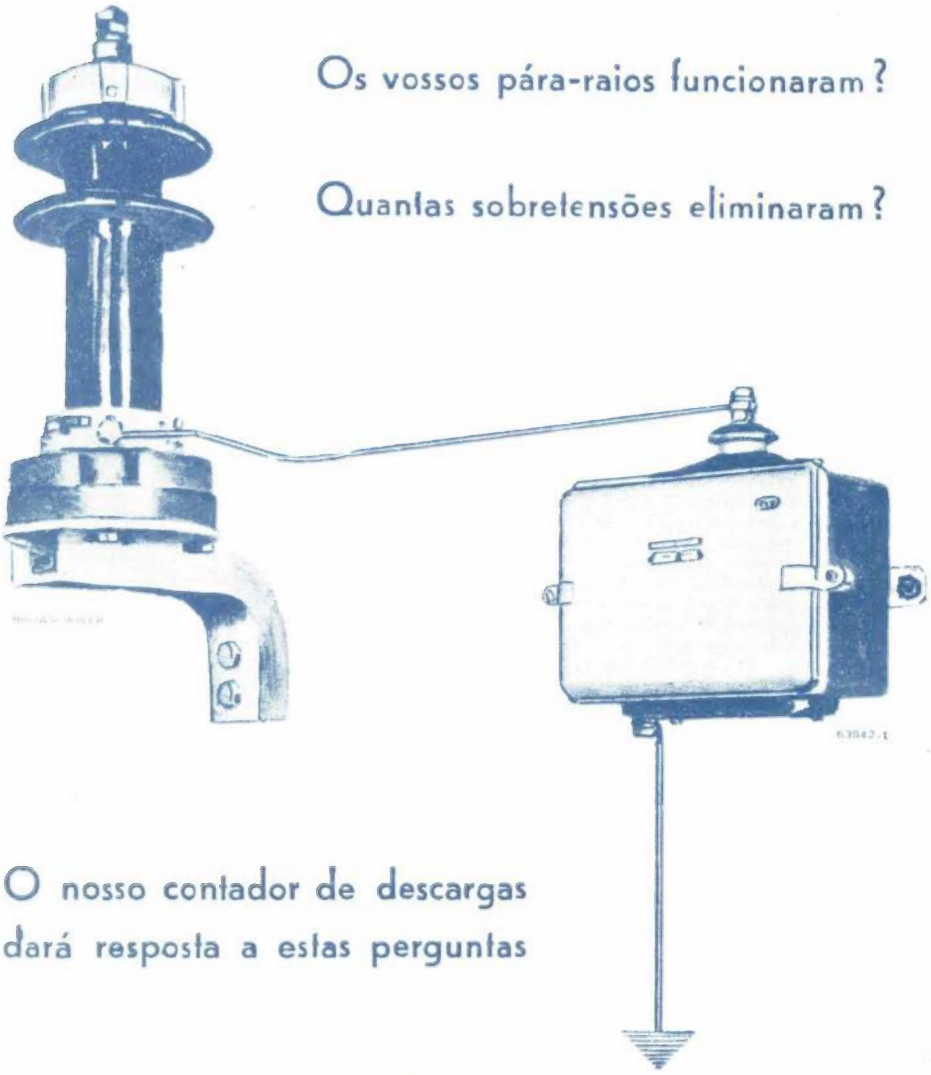
BROWN BOVERI

Pára-raios

Contadores de descargas

Os vossos pára-raios funcionaram?

Quantas sobretensões eliminaram?



O nosso contador de descargas dará resposta a estas perguntas

Para cada problema de protecção, os nossos Serviços Técnicos podem indicar a solução mais apropriada

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA – 481-2.º TEL. 23411-PORTO